

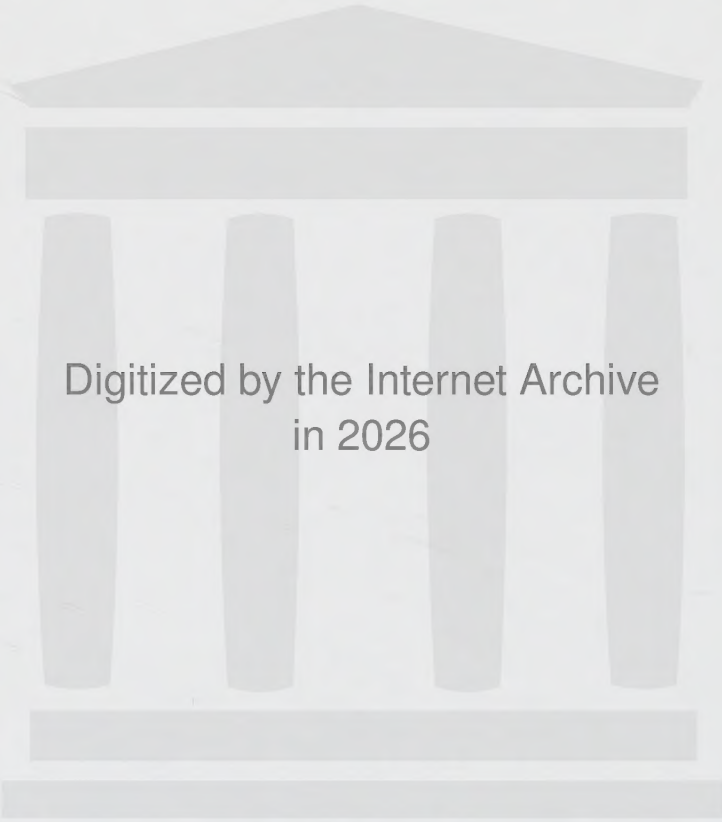
**Untersuchungen über Blut- und Stoffwechsel-
veränderungen bei der enteralen Salmonellose
des Kalbes**

Hartmut Mayle

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554619_0033

Aus der Medizinischen Tierklinik
(Lehrstuhl für Innere Krankheiten der Klauentiere)
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Prof.Dr.Dr.h.c.G.Dirksen

**Untersuchungen über Blut- und Stoffwechsel-
veränderungen bei der enteralen Salmonellose
des Kalbes**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von

Hartmut Mayle

aus

Abtsgmünd

München 1987

**Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München**

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. Dr. h.c. G. Dirksen

Korreferent: Prof. Dr. K. Walser

Tag der Promotion: 24. Juli 1987

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis

MEINEN ELTERN

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

Einleitung: Bedeutung der Eltern im Leben des Kindes

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	1
SCHRIFTTUM	2
Allgemeines	2
Klinische Verlaufsformen der Salmonellose beim Rind	2
Pathogenese der Salmonellose	4
Bisherige Angaben über Veränderungen des Blutstatus bei Salmonellose	6
- Hämatokrit, Hämoglobin und Erythrozytenzahl	6
- Natrium	8
- Kalium	8
- Chlorid	9
- Bikarbonat und pH	9
- Gesamteiweiß	10
- Blutzucker	11
- Harnstoff und Kreatinin	11
- Lactat und Pyruvat	11
- Leukozyten	12
- Osmolelität	13
- Bilirubin	13
- Fibrinogen	13
Erstellung der Flüssigkeitsbilanz aus Wasseraufnahme und Wasserausscheidung	15
Kotmengen gesunder und durchfallkranker Kälber	17

	Seite
Insensible Flüssigkeitsverluste bei Mensch, Schaf und Kalb	22
Einfluß von Durchfallkrankheiten auf die Harnproduktion beim Kalb	25
Veränderung der physikalischen Harneigenschaften bei Durchfallkrankheiten beim Kalb	29
Der Einfluß von Durchfall auf die Ausscheidung der Elektrolyte Natrium und Kalium im Harn	30
Der Proteingehalt des Harnes	32
Daten zur vollständigen Wasserbilanz beim Kalb	33
Bedeutung des Körperwassergehalts und Veränderung der Flüssigkeitskompartimente bei Durchfall	34
E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N	36
MATERIAL UND METHODIK	36
Untersuchte Tiere	36
Durchführung der Untersuchungen	36
ERGEBNISSE	40
Ergebnisse der Ermittlung von Bezugswerten an einer Kontrollgruppe	40
Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen an Kälbern mit akuter Salmonellen-Enteritis und Spontan- genesung	44

	Seite
Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen an Kälbern mit perakut verlaufender Salmonellose mit töd- lichem Ausgang	57
Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen an Kälbern mit tödlich verlaufender akuter Salmonellen- Enteritis	62
D I S K U S S I O N	75
Z U S A M M E N F A S S U N G	89
S U M M A R Y	91
S C H R I F T T U M S V E R Z E I C H N I S	93
A N H A N G : T A B E L L E N	112
D A N K S A G U N G	143
L E B E N S L A U F	144

EINLEITUNG

Durchfallerkrankungen stellen in der Kälberaufzucht ein ernstzunehmendes Problem dar. In der Mehrzahl aller Fälle wird das krankhafte Geschehen durch infektiöse Agentien ausgelöst. So sind schon seit langem neben bakteriellen Erregern auch Viren als Ursache der Kälberdiarrhoe bekannt.

In der Pathogenese des bakteriell bedingten Durchfalls bestehen allerdings erhebliche Unterschiede. So beruhen die enteralen Wasserverluste bei einer Infektion mit enteropathogenen *Escherichia coli*-Stämmen auf einer von Enterotoxinen dieser Keime verursachten Hypersekretion.

Neben diesen enterotoxischen Diarrhoen gibt es Enteritiden bakteriellen Ursprungs, bei denen die Erreger in die Darmwand eindringen. Die gesteigerte Flüssigkeitssekretion in das Darmlumen beruht bei diesen "enteroinvasiven Diarrhoen" auf Entzündung des Darmes. Hauptverursacher für Diarrhoen dieser Art sind Vertreter der Gattung *Salmonella*.

Ziel der folgenden Arbeit war es, die Störungen des Flüssigkeitshaushalts bei der experimentellen *Salmonellen*-Enteritis zu verfolgen und eine Flüssigkeitsbilanz zu erstellen. Anhand der erhaltenen Ergebnisse und der bisherigen Literaturangaben sollte ermittelt werden, ob bei der enterotoxischen Diarrhoe, wie sie die *Coli*-Enteritis darstellt, oder bei der enteroinvasiven Diarrhoe der Wasserhaushalt stärker gestört wird. Gleichzeitig sollten die Veränderungen zahlreicher Blutparameter verfolgt und der Einfluß von Durchfallerkrankungen auf die physikalischen Eigenschaften des Harns und die renale Ausscheidung von Elektrolyten ermittelt werden.

S C H R I F T T U M

Allgemeines

Der Gattung *Salmonella* gehören nur pathogene Arten an. Von den über 1900 bekannten Serotypen (ROLLE und MAYR, 1984) sind, mit Ausnahme von einigen wenigen wirtsspezifischen Vertretern, alle für das Rind potentiell pathogen. Nach MORSE (1980) sind bei dieser Tierart bisher 111 verschiedene Arten festgestellt worden. Am häufigsten wurden dabei, mit geographischen Unterschieden, *Salmonella typhimurium* und *Salmonella dublin* gefunden. Nur vereinzelt wurden Rinder als Träger von humanspezifischen Salmonellenarten erkannt; so beschreiben zum Beispiel THOMAS und HARBOURNE (1972) den Fall einer Infektion mit *Salmonella paratyphi B* bei einer Milchkuh.

KELTERBORN (1979) hat über 1,5 Millionen *Salmonella*-Kulturen, die im Zeitraum von 1934 bis 1975 in 109 Ländern aus Menschen, Tieren und Lebensmittelproben isoliert worden waren, ausgewertet. *Salmonella typhimurium* wurde dabei mit Abstand am häufigsten entdeckt, gefolgt von *S. enteritidis* und *S. infantis*. Die Zahl der Salmonelleninfektionen beim Rind hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen. Es wird geschätzt, daß mindestens 10 % aller Rinder mit Salmonellen infiziert sind (MORSE, 1980).

Klinische Verlaufsformen der Salmonellose beim Rind

Klinisch sind vier verschiedene Verlaufsformen zu unterscheiden, wobei die Übergänge oft fließend sind (ROSENBERGER, 1978; BLOOD et al., 1979).

Neugeborene Kälber entwickeln oft eine Septikämie, die Letalität beträgt meist 100 %. Die erkrankten Tiere sind depressiv, apathisch und haben hohes Fieber mit Körpertemperaturen zwischen 40,5 und 42°C. Manchmal sind zentralnervöse Symptome wie Inkoor-

dination und Nystagmus zu beobachten. Häufig sterben die Kälber binnen 24 bis 48 Stunden.

Kälber ab einem Alter von zwei bis drei Wochen erkranken ebenso wie erwachsene Rinder überwiegend in Form der akuten Enteritis (JOHNSTON und JONES, 1976; NAZER und OSBORNE, 1977; PETRIE et al., 1977; VANDEGRAAFF und MALMO, 1977; WRAY und SOJKA, 1978; MARTEL et al., 1980). Hauptsymptom ist wässerig-fibrinöser Durchfall. Gelegentlich geht das anfangs hohe Fieber bei Durchfallbeginn zurück. Der Kot ist mit Schleim, Fibrinflocken und zum Teil auch mit Blut und Fetzen der Darmschleimhaut vermischt. Die erkrankten Tiere verweigern die Nahrungsaufnahme und aufgrund des hohen Flüssigkeitsverlustes entwickelt sich ein exsikkotischer Zustand. Das Allgemeinbefinden verschlechtert sich schnell, und die Tiere sterben nach zwei bis fünf Tagen. Die Letalität liegt bei ungefähr 75 %.

Bei der subakuten Enteritis sind die Symptome weniger ausgeprägt. Häufig sind Tiere aus Gebieten betroffen, in denen die Salmonellose epizootisch verbreitet ist. Meist hält der Durchfall nur vier bis fünf Tage an, die Körpertemperatur ist nur geringfügig erhöht.

Die chronische Enteritis ist bei Rindern selten anzutreffen. Sie ist durch unstillbaren Durchfall wechselnder Intensität gekennzeichnet. Im Kot finden sich gelegentlich Schleim und Blut, die Körpertemperatur ist intermittierend erhöht.

GITTER et al. (1978) beschreiben bei Kälbern mit chronischer Salmonella dublin-Infektion eine Epiphysenfugenlösung an den Metatarsalknochen, sowie Ostitis und Periostitis. O'CONNOR et al. (1972) beobachteten bei Kälbern, die eine Salmonellen-Enteritis überstanden hatten, ein trockenes Gangrän der Extremitäten. Bei Kühen kommt es sporadisch, teils im Zusammenhang mit den genannten Verlaufsformen, teils ohne weitere Symptome, zu Aborten (ROSENBERGER, 1978).



Pathogenese der Salmonellose

Bei der Salmonellose des Kalbes kommen zwar auch Infektionen über den Nabel vor, am häufigsten infizieren sich die Tiere jedoch auf oralem Weg (NAZER und OSBORNE, 1977). Dieselben Autoren konnten im Experiment am Kalb auch durch intrakonjunktivale, intratracheale und intranasale Keimapplikation eine Salmonellose auslösen, wobei der Krankheitsverlauf aber sehr mild blieb.

RAETTIG et al. (1972) und HESS (1979) weisen darauf hin, daß die Folgen einer oralen Aufnahme von Salmonellen nicht nur von der Keimzahl und der Virulenz des beteiligten Serotyps, sondern auch von der Kondition des betroffenen Tieres und Umweltfaktoren abhängig sind. Nach WOOLCOCK (1979) werden 99 % der aufgenommenen Keime schnell wieder aus dem Darm eliminiert, doch der Rest reicht aus, eine unter Umständen auch tödliche Infektion zu verursachen. Sobald die Salmonellen im Darm angelangt sind, entwickelt sich wäßriger Durchfall (GANGAROSA, 1977). Möglicherweise sind hierfür die Endotoxine verantwortlich, die durch die große Zahl der im Dünndarm zugrundegegangenen Keime freigesetzt werden. Nachdem die Salmonellen das Ileum erreicht haben, beginnt die eigentliche Kolonisation und Vermehrung. Die Mehrheit der Autoren gibt das Ileum (KENT et al., 1966; TAKEUCHI, 1967; MAENZA et al., 1970; CARTER und COLLINS, 1974; GANGAROSA, 1977; WOOLCOCK, 1979) bzw. Ileum und Colon (GIANNELLA et al., 1973a; GIANNELLA et al., 1973b; FROMM et al., 1974; ROUT et al., 1974) als typische Orte für das Eindringen der Salmonellen in die Darmwand an. Die Keime wandern durch das Epithel in die Lamina propria ein, wo sie sich vermehren und eine entzündliche Reaktion verursachen (KENT et al., 1966; TAKEUCHI, 1967; TAKEUCHI und SPRINZ, 1967; SPRINZ, 1969; MAENZA et al., 1970; GIANNELLA et al., 1973a, 1973b; FROMM et al., 1974; ROUT et al., 1974; GANGAROSA, 1977; WOOLCOCK, 1979).

Anders als bei den durch reine Enterotoxinbildner verursachten Diarrhoen spielen bei der Salmonellose die durch die körpereigene Abwehr in der Submukosa ablaufenden reaktiven Veränderungen

eine wesentliche Rolle für den Krankheitsverlauf (GRADY und KEUSCH, 1971). So treten Leukozyten aus der Blutbahn aus und wandern in die Submukosa ein. Nach SPRINZ (1969), GIANNELLA et al. (1973a) und WOOLCOCK (1979) rufen diejenigen Salmonellen, die Enteritiden verursachen, eine besonders intensive Auswanderung von polymorphkernigen neutrophilen Granulozyten in die Submukosa hervor, wogegen beim Typhus und Paratyphus des Menschen überwiegend Monozyten die Blutbahn verlassen. Den Granulozyten gelingt es dabei weitgehend, die Infektion auf den Darm zu beschränken, während es bei einer monozytären Reaktion zur systemischen Verbreitung von Salmonellen kommt (SPRINZ, 1969; WOOLCOCK, 1979). Bakteriell verursachter Durchfall kann also durch enterotoxininduzierte Hypersekretion der Darmschleimhaut oder durch direkte Mukosaschädigung nach Keiminvasion hervorgerufen werden.

Bei den Bakterien, die Enterotoxin produzieren, führt dieses über eine Aktivierung der Adenylzyklase zur gesteigerten Bildung von c-AMP. Dieses zyklische Adenosinmonophosphat bewirkt dann eine Abnahme der aktiven Natriumresorption und eine Zunahme der aktiven Chloridsekretion. Die enterotoxische Diarrhoe beruht also auf einem nichtentzündlichen Vorgang (FROMM et al., 1974).

Eine Aktivierung des Adenylzyklasesystems findet aber auch durch Prostaglandine statt (KIMBERG et al., 1971), die bei akuten Entzündungen, wie im mit Salmonellen infizierten Darm, auftreten (GIANNELLA et al., 1973a; ROUT et al., 1974).

Die durch Prostaglandineinwirkung entstandene Adenylzyklaseaktivität kann laut GIANNELLA et al. (1975) durch antiphlogistische Substanzen wie Indomethazin gehemmt werden, so daß auch eine vermehrte Flüssigkeitssekretion in das Darmlumen hinein unterbleiben soll. Nach ROBERTS und O'BOYLE (1982) hat sich Indomethazin nach experimenteller *Salmonella anatum*-Infektion beim Pferd aber als therapeutisch wirkungslos erwiesen.

Außerdem gibt es Hinweise, daß auch Salmonellen zur Enterotoxinbildung fähig sind.

TAYLOR und WILKINS (1961) berichteten erstmals von der Fähigkeit von Salmonellen zur Enterotoxinproduktion; spätere Mitteilungen stammen von GIANNELLA et al. (1973a), SAKAZAKI et al. (1974) und KROUPAL und DEIBEL (1975). SEDLOCK und DEIBEL (1978) kommen nach der Untersuchung mehrerer Stämme verschiedener Salmonella-Spezies von Humanpatienten zu dem Schluß, daß die Enterotoxinbildung bei Salmonellen in hohem Maß vertreten ist.

SANDEFUR und PETERSON (1976), SEDLOCK et al. (1978) und PETERSON und SANDEFUR (1979) wiesen bei verschiedenen Salmonella-Arten die Bildung von hitzestabilem und hitzelabilem Enterotoxin, KÜHN et al. (1979) bei Salmonella typhimurium hitzelabiles Enterotoxin, nach. JIWA (1981) testete insgesamt 68 von Menschen, Tieren und Lebensmitteln stammende Salmonella-Isolate, die 39 Serotypen angehörten, und fand eine offensichtlich obligat auftretende Enterotoxizität bei Salmonellen.

Bisherige Angaben über Veränderungen des Blutstatus bei Salmonellose

Hämatokrit, Hämoglobin und Erythrozytenzahl

Trotz weitgehend übereinstimmender Berichte über den bei akuter Salmonellen-Enteritis auftretenden Durchfall unterscheiden sich die bislang veröffentlichten Ergebnisse der Bestimmung von Hämatokrit, Hämoglobin und Erythrozytenzahl erheblich.

Beim Menschen fanden - in Übereinstimmung mit dem klinischen Bild - GIANNELLA et al. (1971) eine ausgeprägte Hämokonzentration und auch AXON und POOLE (1973) beschreiben bei zwei Einzelfällen aus der Humanmedizin eine Erhöhung der Hämoglobinkonzentration auf 16,4 g und 17,5 g/100 ml.

McCAUGHEY et al. (1971) ermittelten bei Schafen nach experimenteller Infektion mit Salmonella dublin eine Erhöhung des Hämatokrit auf 50%, des Hämoglobingehalts auf 18 g/100 ml und der Erythrozytenzahl auf 15 Mill./ μ l. Bei schon in der Agonie liegen-

den Kälbern mit Durchfall erreichte der Hämatokrit 50 %, während er bei überlebenden Tieren auf 41 % anstieg und sich dann wieder normalisierte (MANOIU et al., 1980). Nach SMITH et al. (1979b) erhöhte sich der Hämatokrit bei an Salmonellose erkrankten Kälbern trotz erheblichen Durchfalls nur unwesentlich. Erst kurz vor dem Exitus wurde eine deutliche Hämokonzentration beobachtet. WRAY (1980) konnte bei an akuter Salmonellen-Enteritis leidenden, aber später genesenen Kälbern keine signifikante Veränderung von Hämatokrit, Hämoglobinkonzentration und Erythrozytenzahl feststellen. Bei einigen Kälbern bildete sich eine normozytäre und normochrome Anämie aus, wie sie sonst im allgemeinen bei chronischen Infektionen mit Beeinträchtigung der Erythropoese anzutreffen ist. Erst kurz vor dem Tod kam es bei diesen Tieren zu einem Anstieg des Hämatokrit. HALL et al. (1980) stellten fest, daß diejenigen ihrer mit *Salmonella dublin* infizierten Färsen, die keinen Durchfall zeigten, eine leichte normochrome Anämie entwickelten. Sie folgerten daraus, daß diese bei Tieren mit Durchfall durch die möglicherweise vorhandene Hämokonzentration verschleiert wird. Umgekehrt wird durch die entstehende Anämie das wahre Ausmaß der durch Hämokonzentration bedingten Erhöhung von Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl maskiert. Daher könne weder der Grad der Anämie noch das Ausmaß der Exsikkose beurteilt werden.

Nach HOERSTKE et al. (1982) fällt nach experimenteller Infektion der Hämatokrit vorübergehend ab, steigt dann um bis zu 15 % des Ausgangswertes an und bleibt anschließend trotz massiver Diarrhoe auf diesem Niveau. Auch FISHER und MARTINEZ (1975b) beobachteten bei Kälbern, die starben, eine leichte Hämokonzentration, bei genesenen Tieren dagegen eine Verringerung des Hämatokritwertes. Dabei ermittelten sie im Kotwasser eine hohe Hämoglobinkonzentration.

SEITZ (1983) fand bei überlebenden Kälbern eine Verringerung des Hämoglobingehalts und einen fast linearen Abfall des Hämatokritwertes auf 23 %; bei Kälbern, die starben, kam es zu einem Anstieg aller drei Parameter. Besonders ausgeprägt war diese Erhöhung kurz vor dem Exitus.

SMITH et al. (1979a) und ROBERTS und O'BOYLE (1982) stellten bei Pferden nach experimenteller Infektion jeweils eine Hämokonzentration fest, und DUNCAN und PRASSE (1977) fanden bei einem zehnjährigen Pferd mit Salmonellen-Enteritis nach Durchfall von 24 Stunden Dauer einen Hämatokrit von 51%.

Natrium

Alle Autoren berichten vom Absinken der Natriumkonzentration des Serums im Verlauf einer Salmonellen-Enteritis. So kommt es beim Pferd nach MERRIT et al. (1975), SMITH et al. (1979a), DUNCAN und PRASSE (1977) sowie ROBERTS und O'BOYLE (1982) zur Hyponatriämie. MANOIU et al. (1980) beschreiben beim Kalb ein Absinken der Natriumkonzentration auf 123 mmol/l und WRAY (1980) nennt 124 mmol/l. Nach SEITZ (1983) fällt der Natriumspiegel auf durchschnittlich 116 mmol/l ab, bei einzelnen Tieren wurden sogar Minimalwerte von 103 mmol/l erreicht.

Auch AXON und POOLE (1973) ermittelten bei zwei Humanpatienten eine Hyponatriämie.

Kalium

Beim Pferd fanden MERRIT et al. (1975), SMITH et al. (1979a), DUNCAN und PRASSE (1977) und ROBERTS und O'BOYLE (1982) übereinstimmend eine Hypokaliämie.

Auch SEITZ (1983) ermittelte bei Kälbern eine geringe Hypokaliämie; nach WRAY (1980) zeigten dagegen zwei von vier Kälbern eine Hyperkaliämie, und MANOIU et al. (1980) berichten von einem Anstieg der Kaliumkonzentration auf 8,5 mmol/l.

Nach GIANNELLA et al. (1971) stellt sich auch beim Menschen eine Hypokaliämie ein, dagegen fanden AXON und POOLE (1973) bei einem Patienten eine Kaliumkonzentration von 2,4 mmol/l und bei einem zweiten eine von 6,6 mmol/l.

Chlorid

Nach DUNCAN und PRASSE (1977) erfährt beim Pferd der Chloridgehalt des Serums keine Änderung; nach ROBERTS und O'BOYLE (1982) kommt es bei allen Fällen mit schwerem Durchfall zur Hypochlorämie.

SEITZ (1983) stellt bei Kälbern, die überlebten, eine leichte Erhöhung, bei Tieren, die starben, eine geringe Abnahme der Chloridkonzentration fest.

Bikarbonat und pH

POWELL et al. (1971) stellten bei Versuchen mit Ratten fest, daß es bei der Salmonellen-Enteritis im Ileum von einer Bikarbonatsekretion zu einer -resorption kommt, woraus theoretisch eine metabolische Alkalose folgen müßte.

GIANNELLA et al. (1971) fanden bei Menschen, die an schwerer Salmonellen-Enteritis litten, eine metabolische Azidose, und AXON und POOLE (1973) beschreiben ein Absinken der Bikarbonatkonzentration auf 10 bzw. 12 mmol/l. Sowohl DUNCAN und PRASSE (1977) als auch ROBERTS und O'BOYLE (1982) stellten beim Pferd eine metabolische Azidose fest, die erstgenannten Autoren maßen einen pH von 7,1 und eine Bikarbonatkonzentration von 6,1 mmol/l.

MANOIU et al. (1980) berichten von einem Absinken des Bikarbonatgehalts beim Kalb auf 8,0 mmol/l, und SEITZ (1983) stellte bei überlebenden Kälbern während der ersten drei Tage der Beobachtung einen Anstieg des Blut-pH von 7,33 auf 7,40 mit anschließendem Absinken auf 7,30 und bei Tieren, die nicht überlebten, kurz vor dem Tod eine Azidose mit einem pH von 7,23 fest.

Nach HERBINGER (1972) kann es bei hochgradigen Verlusten von Darmsäften, die sehr kaliumreich sind, gleichzeitig zu Kaliummangel und metabolischer Azidose kommen. Nach seiner Ansicht wird die durch den Kaliumverlust entstandene Alkalosetendenz durch

den gleichzeitigen Bikarbonatverlust ausgeglichen. Andere Autoren vertreten die Auffassung, daß bei schweren Azidosen Kalium im Austausch gegen Wasserstoff und Natrium vom Intrazellulärraum in den Extrazellulärraum wandert, um der Übersäuerung entgegenzuwirken (TASKER, 1969; LEWIS und PHILLIPS, 1972). Dabei kann trotz der Hyperkaliämie die Kaliummenge im Organismus normal oder sogar verringert sein (TASKER, 1969). Die Verbindung von metabolischer Azidose mit Hyperkaliämie wurde auch von FISHER (1965), FISHER und McEWAN (1967), TENNANT et al. (1972) und LEWIS und PHILLIPS (1973) bestätigt.

Nach TRUNIGER (1974) ist demnach ein normaler Serumkaliumspiegel bei Durchfallpatienten gleichbedeutend mit Kaliummangel, so daß bei Hypokaliämie und gleichzeitiger metabolischer Azidose ein ausgeprägtes Kaliumdefizit vorhanden sein muß.

Gesamteiweiß

Über das Verhalten der Serum-Proteinkonzentration im Verlauf der Salmonellen-Enteritis liegen unterschiedliche Angaben vor. Während sich nach RAETTIG et al. (1972) und WHITE et al. (1981) bei Kälbern, die nach einer Infektion mit *Salmonella typhimurium* bzw. *Salmonella dublin* an Enteritis erkrankten, die Serum-Proteinkonzentration nur wenig veränderte, fanden SMITH et al. (1979b) und WRAY (1980) bei Tieren, die an schwerem Durchfall litten, anfangs einen deutlichen Abfall der Proteinkonzentration im Blut und bei sterbenden Kälbern wieder einen Anstieg. SEITZ (1983) ermittelte einen leichten Abfall des Eiweißspiegels, dem später wieder ein Anstieg folgte. VIOR et al. (1981) stellten eine Hypoproteinämie fest, und FISHER et al. (1976) fanden ein Absinken der Immunglobuline, wobei bei später gestorbenen Kälbern schon die Anfangskonzentration der IG erheblich geringer war als bei den Tieren, die die Salmonellen-Enteritis überlebte. CHATURVEDI und SHARMA (1981) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis.

Beim Pferd beschrieben ROBERTS und O'BOYLE (1982) eine Verminderung des Albuminanteils, während DUNCAN und PRASSE

(1977) eine Erhöhung der Serum-Proteinkonzentration auf 8,5 g/100 ml feststellten.

Blutzucker

Der Blutzuckerspiegel von Kälbern sank während der Durchfallphase in der ersten Woche von 65 mg/100 ml auf 43 mg/100 ml und stieg in der zweiten Woche wieder auf 57 mg/100 ml an (MANOIU et al., 1980); nach VIOR et al. (1981) erniedrigte er sich bei Kälbern, die später verendeten, von 70 auf 50 mg/100 ml und bei überlebenden Tieren nur auf 60 mg/100 m.

Nach SEITZ (1983) erreichte der Glucosespiegel bei überlebenden Kälbern mit 54 mg/100 ml den niedrigsten Mittelwert, bei den Fällen mit Exitus fiel er auf 36 mg/100 ml ab.

Harnstoff und Kreatinin

Beim Menschen ermittelten sowohl GIANNELLA et al. (1971) als auch AXON und POOLE (1973) einen Anstieg der Harnstoffkonzentration, die letztgenannten Autoren geben Werte von 285 mg und 218 mg/100 ml an.

WRAY (1980) und SEITZ (1983) fanden bei Kälbern einen Anstieg des Harnstoffes auf 86 mg bzw. 88 mg/100 ml. Diese Erhöhung trat allerdings im Zusammenhang mit der dem Exitus vorausgehenden Hämokonzentration auf; desgleichen stieg nach SEITZ (1983) die Kreatininkonzentration auf 2,6 mg/100 ml. Bei überlebenden Kälbern blieben beide Parameter aber unauffällig (SEITZ, 1983).

Lactat und Pyruvat

MANOIU et al. (1980) ermittelten einen Anstieg des Lactatspiegels von 8 mg/100 ml auf 21 mg/100 ml; VIOR et al. (1981) stellten kurz vor dem Exitus einen Lactatgehalt von 54 mg/100 ml fest, die gleichen Autoren fanden auch eine Erhöhung der Pyruvatkonzentration auf 2,0 mg/100 m.

Nach SEITZ (1983) ist der durchschnittliche Lactatgehalt des Blutes bei überlebenden Kälbern unauffällig und überschreitet nicht den Wert von 10 mg/100 ml. Desgleichen bleibt der Pyruvatspiegel ohne Besonderheiten. Bei Kälbern mit tödlich verlaufender Salmonellose erhöht sich dagegen die Lactatkonzentration auf über 50 mg/100 ml und Pyruvat auf 2,5 mg/100 ml.

Leukozyten

Das weiße Blutbild wurde im Zusammenhang mit der Salmonellose am häufigsten untersucht, doch läßt sich anhand der ermittelten Ergebnisse kein einheitliches Verlaufsschema erkennen.

Während beim Menschen WERNER und WALTERSPIEL (1978) sowie AXON und POOLE (1973) Leukozytose fanden, beobachteten GIANNELLA et al. (1971) bei Menschen, die an schwerer akuter Salmonellen-Enteritis litten, eine Leukopenie.

Beim Pferd tritt nach DORN et al. (1975), MERRIT et al. (1975), DUNCAN und PRASSE (1977) und ROBERTS und O'BOYLE (1982) eine Leukopenie mit relativer Neutropenie auf. Dabei erfolgt bei den neutrophilen Granulozyten eine Kernlinksverschiebung.

Beim Schaf wurde dagegen der Abfall der Leukozytenzahl durch eine Lymphopenie verursacht (McCAUGHEY et al., 1971).

Beim Rind fand ANDRESEN (1970) eine Leukopenie in Verbindung mit einer Neutropenie. HALL et al. (1980) beschreiben eine Neutropenie mit Lymphopenie bei mit *Salmonella dublin* infizierten Färsen.

Beim Kalb wurden die verschiedensten Veränderungen des weißen Blutbilds beobachtet. RAETTIG et al. (1972) stellten eine Verringerung der Leukozytenzahl während der ersten 24 Stunden post infectionem fest; in den folgenden 48 Stunden stieg die Zahl wieder an und blieb bis Versuchsende auf diesem höheren Niveau. Weder SMITH et al. (1979b) noch WRAY (1980) konnten bei der akuten Enteritis ein typisches Verlaufsmuster des weißen Blutbil-

des erkennen. Sowohl die Gesamtleukozytenzahl als auch die Veränderungen im Differentialblutbild schwankten von Kalb zu Kalb und bei demselben Tier von Tag zu Tag. Die Leukozytenzahl bewegte sich zwischen 2500 und 28000/ μ l. Nach SMITH et al. (1979b) traten Leukopenien häufiger auf als Leukozytosen. WRAY (1980) beschreibt ähnliche Veränderungen. Auch bei Kälbern, die die akute Enteritis nicht überlebten, waren die Schwankungen unregelmäßig und von Tier zu Tier unterschiedlich. Bei einzelnen Kälbern wechselten Leukozytose und Leukopenie. Der überwiegende Teil der Tiere wies in den ersten Tagen post infectionem eine relative Neutropenie auf. Bei den Tieren mit leichtem Durchfall, die alle überlebten, stieg die Gesamtzahl der Leukozyten wieder mäßig an.

Nach SEITZ (1983) schwankte die Leukozytenzahl bei überlebenden Kälbern zwischen 5000 und 8000/ μ l, dabei trat aber nach dem ersten Tag der Infektion eine Leukozytose auf. Bei Tieren, die binnen 38 Stunden starben, sank die durchschnittliche Leukozytenzahl auf 3000/ μ l, bei Tieren, die 158 Stunden überlebten, stieg sie auf 20000/ μ l.

Osmolalität

HOERSTKE et al. (1982) beschrieben einen kontinuierlichen Abfall der Osmolalität von 287 mosmol/kg auf 277 mosmol/kg Serum, die damit aber nicht den von TASKER (1980) mit 270 mosmol/kg angegebenen unteren physiologischen Grenzwert erreichte.

Bilirubin

Angaben über den Bilirubingehalt liegen nur von WHITE et al. (1981) vor, die eine Erhöhung des Gesamtbilirubins auf 1,0 mg/100 ml als Folge einer Cholestase feststellten.

Fibrinogen

Fibrinogen ist ein Polypeptid, dessen Plasmaspiegel bei Aufblutmen einer Entzündung oder bei Gewebeschädigung ansteigt (EK,

1972; KOLB und MÜLLER, 1959; McSHERRY et al., 1970; LIBERG, 1978). Diese Erhöhung ist bereits 24 Stunden nach Eintritt der Gewebläsion zu beobachten und korreliert mit der Intensität und der Dauer der Entzündung. So mißt GARRY (1984) der Höhe des Fibrinogenspiegels bei Bronchopneumonien der Kälber prognostische Bedeutung zu.

Für Kälber liegen die Angaben für den physiologischen Fibrinogenspiegel bei 450 ± 150 mg/100 ml (KOLB und MÜLLER, 1959; MES-SOW, 1959; McSHERRY et al., 1970; THORNTON et al., 1972; VAGHER et al., 1973; SCHIESSLER et al., 1977). Bei Entzündungszuständen steigt er an. ZIMMERLI (1955) weist darauf hin, daß von 69 bei der klinischen Untersuchung als gesund eingestuften Kälbern nur fünf pathologisch-anatomisch ohne jeden krankhaften Befund waren, so daß die oben genannten Mittelwerte von 450 mg/100 ml mit einiger Reserviertheit zu betrachten sind.

Angaben zum Fibrinogenspiegel speziell bei Salmonellose liegen nur von SMITH et al. (1979b) vor, die von einem Anstieg des Fibrinogengehalts sprechen, ohne aber genau Zahlen zu nennen. Nach ihrer Ansicht kann der Fibrinogenanstieg zur Unterscheidung zwischen einer Diarrhoe enterotoxischen oder enteroinvasiven Ursprungs herangezogen werden, da nach ihren Beobachtungen bei Infektionen mit *Escherichia coli* eine Erhöhung des Fibrinogenspiegels im Plasma ausbleibt.

Auch DUNCAN und PRASSE (1977) haben bei einem Pferd mit Salmonellen-Enteritis nach Durchfall von 24 Stunden Dauer einen Fibrinogenspiegel von 1100 mg/100 ml gemessen.

Erstellung der Flüssigkeitsbilanz aus Wasseraufnahme und Wasserausscheidung

Zur Erstellung einer vollständigen Flüssigkeitsbilanz sind folgende Einzelangaben notwendig:

Die **Wasseraufnahme** als Summe von Trinkwasser und dem Wasseranteil der Nahrung.

Die **Wasserausscheidung**, wobei die Flüssigkeitsverluste über Kot und Harn direkt meßbar sind.

Die **insensiblen Verluste** über Haut und Expirationsluft. Diese sind nur indirekt über die Änderung des Körpergewichts oder mit großem apparativem Aufwand in der Respirationsskammer zu bestimmen.

Nach ELKINTON und DANOWSKI (1955) berechnet sich der sensible Anteil nach folgender Formel:

$$\text{Insensibler Verlust} = \text{Gesamte Wasseraufnahme} - \text{direkt meßbare Wasserausscheidung} - \text{Änderung des Körpergewichts}$$

Bei Gewichtsverlusten durchfallkranker Kälber geht aber nicht alles in Form von Wasser verloren. Nach PHILLIPS et al. (1971) gehen 96 % der Gewichtsabnahme zu Lasten des Körperwassers. Zur Ermittlung des sensiblen Anteils ist also die Änderung des Körpergewichts mit dem Faktor 0,96 zu multiplizieren.

Zur Wasseraufnahme gehört auch das endogen durch Oxidation der Nahrungssubstanz entstandene Wasser. Die Verbrennung von 1 g Fett liefert 1,0 ml, von 1 g Kohlenhydrat 0,6 ml und von 1 g Eiweiß 0,4 ml Wasser (ZUMKLEY, 1977; TASKER, 1980). Nach HARTIG (1973) entstehen beim Abbau von 1000 g Körpergewebe beim Menschen insgesamt 975 ml Wasser.

Autoren wie FISHER und MARTINEZ (1975a, 1975b, 1976a) und LEWIS und PHILLIPS (1972) arbeiten mit der Annahme, daß pro kg Körper-

gewicht täglich 5,0 ml endogenes Wasser entstehen. Laut TASKER (1980) kann die Produktion von metabolischem Wasser nur bestimmt werden, wenn bekannt ist, welches Substrat zur Energiegewinnung herangezogen wird. Dies ist aber praktisch unmöglich, vor allem bei Tieren mit Darmentzündung, bei denen nicht gesagt werden kann, welche aufgenommenen Substanzen überhaupt resorbiert werden oder ob die Energiebereitstellung aus den Körperreserven erfolgt.

Kotmengen gesunder und durchfallkranker Kälber

Für klinisch gesunde Kälber schwanken die Angaben über die täglich ausgeschiedene Kotmenge zwischen 200 - 300 g (GRÜNDLER, 1911). Nach Fütterung von täglich 8 l Vollmilch soll die Kotmenge durchschnittlich 54 g betragen und nach Verabreichung der gleichen Menge eines Milchaustauschers 68 g, wobei während der mehrtägigen Versuchszeit bis zu drei Tage lang gar kein Kotabsatz registriert wurde (BLAXTER und WOOD, 1953). Von anderen Autoren werden Mengen von 99 - 250 g (MYLREA, 1966), 160 g (FAYET, 1968a) 95 g (FISHER und DE LA FUENTE, 1972) und 170 g (FISHER und MARTINEZ, 1975b) genannt.

Diesen absoluten Mengen stehen auf das Körpergewicht umgerechnete Zahlen entgegen, so 5,8 g pro kg Körpergewicht und Tag (FISHER und MARTINEZ, 1975a), 5,9 g/kg KGW/d (LEWIS und PHILLIPS, 1972) und 10,5 g/kg KGW/d (PHILLIPS et al., 1971).

THORNTON und ENGLISH (1972) beziffern den täglichen Kotwasserungsverlust mit 61 g pro Tag.

Die Kotmenge und damit der enterale Wasserverlust steigt bei einer Durchfallerkrankung stark an. FISHER und MARTINEZ (1975a) sprechen von Durchfall, wenn die tägliche Kotmenge 500 g übersteigt und der Trockensubstanzgehalt weniger als 10 % beträgt. Die stärkste Erhöhung, nämlich auf das Vierzigfache einer normalen täglichen Kotmenge stellten BLAXTER und WOOD (1953) und auf das Dreiundvierzigfache THORNTON und ENGLISH (1972) fest. Sie maßen bei einer experimentellen E.coli-Infektion mit tödlichem Ausgang nach 12 Stunden post infectionem einen Anstieg der Kotmenge auf 2,680 kg innerhalb dieses Zeitraums. Daneben untersuchten die beiden letztgenannten Autoren die Ausscheidung bei alimentär bedingter Diarrhoe und ermittelten eine tägliche Menge von 0,814 kg.

BLAXTER und WOOD (1953) nennen eine Maximalmenge von 2,503 kg pro Tag und einen Durchschnitt von 1,020 kg/d bei fütterungsbedingter Diarrhoe.

Von den anderen Untersuchern geben FAYET (1968a) 1,031 kg Kot pro Tag an, FISHER und DE LA FUENTE (1972) maßen 2,430 kg/d bei Kälbern, die an neonataler Diarrhoe verendeten, und 0,638 kg/d bei Tieren mit Spontangenesung.

Bei experimentell mit E.coli infizierten Kälbern ermittelten LOGAN und PENHALE (1972) 1,9 kg/d, LOGAN et al. (1974) 2,5 kg/d und WARD (1976) nach Infizierung mit 10^{10} - 10^{12} Keimen des Serotyps 0101:K(A) sogar 5,632 kg Faeces pro Tag.

PHILLIPS et al. (1971) geben bei spontaner und bei induzierter Gärungsdiarrhoe eine tägliche Ausscheidung von 95,2 g Kot pro kg Körpergewicht und LEWIS und PHILLIPS (1972) bei Neugebore-nendiarrhoe 129,8 g pro kg Körpergewicht an.

FISHER und MARTINEZ verglichen die Entwicklung der Kotausscheidung bei natürlichen Infektionen mit E.coli, S.typhimurium und bakterieller Mischinfektion und stellten die Kotausscheidung von genesenen Kälbern der von später gestorbenen Tieren gegenüber. Bei Coli-Enteritis (1975a) ermittelten sie 27,4 g/kg KGW/d bei Kälbern, die spontan genesen, und 42,3 g/kg KGW/d für Tiere, die verendeten. Bei Salmonellose (1975b) lauten die entsprechenden Werte 36,8 g/kg KGW/d und 57,9 g/kg KGW/d, bei bakterieller Mischinfektion mit Escherichia coli, Proteus vulgaris und Pseudomonas aeruginosa 22,9 g/kg KGW/d und 51,8 g Kot pro kg Körpergewicht und Tag.

AXON und POOLE (1973) beschreiben zwei Fälle aus der Humanmedizin. Noch am vierten Tag der stationären Behandlung schieden zwei Patienten 4 l bzw. 7 l wäßrigen Kot aus. An diesen Patienten war etliche Jahre vor der Infektion mit Salmonellen eine Magenoperation (Gastroduodenostomie) vorgenommen worden und die Verfasser machen diesen Eingriff für die Schwere dieser Fälle mitverantwortlich.

Einen ungefähren Anhaltspunkt für die Flüssigkeitsverluste ergibt auch die Änderung des Körpergewichts. DALTON et al. (1965) stellten bei Kälbern einen Verlust von 2 lbs. (1 lb. = 450 g)

Körpergewicht bei zweitägigem und von 12 lbs. bei zehntägigem Durchfall fest. WATT (1965) schätzt für das durchfallkranke Kalb einen Flüssigkeitsverlust von 100 ml Wasser pro kg Körpergewicht binnen 12 Stunden, und zwar zum überwiegenden Teil über den Darm.

TENNANT et al. (1972) setzen den enteralen Wasserverlust bei Neugeborenenendiarrhoe mit 40 - 60 ml/kg Körpergewicht täglich an.

AMSTUTZ (1978) kalkuliert den Gewichtsverlust, der sich bei akuter Salmonellose innerhalb von 24 Stunden einstellen kann, auf 10 %; LEWIS und PHILLIPS (1972) nennen eine Gewichtsabnahme von 12,7 %, LOGAN und PENHALE (1972) eine solche von 16 % bis zum Eintritt des Todes.

FISHER und MARTINEZ ermittelten bei Salmonellose (1975b) eine Abnahme des Körpergewichts von 18,7 %, bei Coli-Enteritis von 10,2 % und bei Mischinfektionen von 4,4 % bei tödlichem Ausgang und von 4,4 %, 0,1 % und 2,7 % in der obigen Reihenfolge bei Fällen mit Spontangenesung.

Einen Überblick über die Literaturangaben zur Kotausscheidung gesunder und durchfallkranker Kälber geben die Tabellen 1 und 2.

Tabelle 1

Angaben im Schrifttum über die tägliche Kotmenge gesunder Kälber

GRÜNDLER (1911)	200 - 300	g/d
BLAXTER und WOOD (1953)	54	g/d
	68	g/d
MYLREA (1966)	99 - 250	g/d
FAYET (1968a)	160	g/d
THORNTON und ENGLISH (1972)	61	g/d
PHILLIPS et al. (1971)	10,5 g/kg KGW/d	
LEWIS und PHILLIPS (1972)	5,9 g/kg KGW/d	
FISHER und DE LA FUENTE (1972)	95	g/d
FISHER und MARTINEZ (1975a)	5,8 g/kg KGW/d	
FISHER und MARTINEZ (1975b)	170	g/d
WARD (1976)	133	g/d

Tabelle 2

Angaben im Schrifttum über die tägliche Kotmenge durchfallkranker Kälber

BLAXTER und WOOD (1953)	max. 2503 g/d durchschnittlich 1020 g/d	alimentäre Diarrhoe
FAYET (1968a)	1031 g/d	neonatale Diarrhoe
THORNTON und ENGLISH (1972)	814 g/d 2680 g/12 h	alimentäre Diarrhoe exper. E.coli
PHILLIPS et al. (1971)	92,2 g/kg KGW/d	neonatale Diarrhoe/Sucrose
LEWIS und PHILLIPS (1972)	129,8 g/kg KGW/d	neonatale Diarrhoe
LOGAN und PENHALE (1972)	1900 g/d	exper. E.coli
LOGAN et al. (1974)	2500 g/d	exper. E.coli
FISHER und DE LA FUENTE (1972)	2430 g/d 638 g/d	neonatale Diarrhoe
FISHER und MARTINEZ (1975a)	27,4 g/kg KGW/d 42,3 g/kg KGW/d	natürl. E.coli
FISHER und MARTINEZ (1975b)	36,8 g/kg KGW/d 57,9 g/kg KGW/d	natürl. S. typhimurium
FISHER und MARTINEZ (1976a)	22,9 g/kg KGW/d 51,8 g/kg KGW/d	natürl. Mischinfektion
WARD (1976)	5632 g/d	exper. E.coli

Insensible Flüssigkeitsverluste bei Mensch, Schaf und Kalb

Zu den Wasserverlusten gehört auch die über Haut und Expirationsluft abgegebene Wassermenge, die von der Körperoberfläche und der Wasserdampfsättigung der Umgebungsluft abhängig ist (VOGEL und GÄRTNER, 1976). Diese Art der Wasserabgabe wird auch als *Perspiratio insensibilis* bezeichnet.

ZUMKLEY (1977) nennt für den Menschen einen durchschnittlichen Verlust von 840 ml Wasser/d, entsprechend 12 ml pro kg Körpergewicht und Tag. Bei fieberhaften Zuständen kann die *Perspiratio insensibilis* pro Grad Temperaturerhöhung um 1000 ml ansteigen.

VOGEL und GÄRTNER (1976) geben für den Menschen an, daß 5 % des täglichen Wasserverlustes mit dem Kot, 50 % mit dem Harn und 45 % auf insensiblen Weg erfolgen.

CHURCH (1979) bestimmte die insensiblen Wasserverluste beim Schaf und stellte fest, daß im Monat Juni 1968 ml/d und im Dezember 872 ml/d abgegeben werden, was 53 % bzw. 45 % der gesamten Wasserausscheidung entsprach.

Bei Kälbern mit Durchfall ermittelten THORNTON und ENGLISH (1972) einen Anstieg auf 1082 ml pro Tag gegenüber 638 ml beim klinisch gesunden Kalb.

Nach LEWIS und PHILLIPS (1972) besteht bei gesunden und durchfallkranken Kälbern kein Unterschied, beide sollen jeweils 16,8 ml pro Körpergewicht und Tag ausscheiden. PHILLIPS et al. (1971) geben für den insensiblen Wasserverlust bei Kälbern mit Diarrhoe mit 16,7 ml/kg KGW/d sogar einen etwas geringeren Wert an als für gesunde Tiere, die 17,9 ml pro kg Körpergewicht und Tag auf diesem Weg ausscheiden.

FISHER und MARTINEZ nennen in ihren Arbeiten 23,8 ml pro kg KGW und Tag für gesunde Kälber, bei an Coli-Enteritis leidenden Kälbern 27,6 ml/kg KGW/d und bei Jungtieren mit bakteriellen

Mischinfektionen 28,8 ml/kg KGW/d. Bei Salmonellose beziffern sie den Verlust auf 31,0 ml/kg KGW/d.

Einen völlig anderen Wert ermittelten FINSTERBUSCH und HARTMANN (1982), die mit der Isotopenverdünnungsmethode mit Tritiumwasser bei klinisch gesunden Kälbern eine tägliche insensible Wasserabgabe von 37,0 ml pro kg Körpergewicht feststellten.

Die oben zitierten Literaturangaben sind auch in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Tabelle 3

Angaben im Schrifttum über die insensiblen Flüssigkeitsverluste bei Mensch, Schaf und Kalb

ZUMKLEY (1977)	12 g/kg KGW/d	Angaben für den Menschen
CHURCH (1979)	1268 g/d	im Monat Juni
	872 g/d	im Monat Dezember
		das Schaf
Klinisch gesunde Kälber		
FINSTERBUSCH und HARTMANN (1982)	37,0 g/kg KGW/d	Isotopenverdünnungsmethode mit Tritiumwasser
PHILLIPS et al. (1971)	17,9 g/kg KGW/d	
LEWIS und PHILLIPS (1972)	16,8 g/kg KGW/d	
THORNTON und ENGLISH (1972)	638 g/d	
FISHER und MARTINEZ (1975a)	23,8 g/kg KGW/d	
Durchfallkranke Kälber		
PHILLIPS et al. (1971)	16,7 g/kg KGW/d	neonatale Diarrhoe/Sucrose
LEWIS und PHILLIPS (1972)	16,8 g/kg KGW/d	neonatale Diarrhoe
THORNTON und ENGLISH (1972)	1082 g/d	alimentäre Diarrhoe
FISHER und MARTINEZ (1975a)	27,6 g/kg KGW/d	Coli-Enteritis
FISHER und MARTINEZ (1975b)	31,0 g/kg KGW/d	Salmonellose
FISHER und MARTINEZ (1976a)	28,8 g/kg KGW/d	bakterielle Mischinfektion

Einfluß von Durchfallkrankheiten auf die Harnproduktion beim Kalb

Zahlreiche Autoren erwähnen, daß die Niere als Kompensation für die exzessiven enteralen Wasserverluste die Harnproduktion verringern und so die Ausscheidung von Körperwasser mit dem Harn vermindern kann.

FISHER und MARTINEZ (1976b) vertreten die Ansicht, daß die Niere die enteralen Flüssigkeitsverluste vollständig kompensieren kann, daß die Funktionsfähigkeit der Nieren aber vom Intravassalvolumen und damit von einer hohen Flüssigkeitsaufnahme abhängt. Sie schließen daraus, daß primär nicht der Wasserverlust für die Dehydratation verantwortlich ist, sondern eine mangelnde Flüssigkeits- bzw. Wasseraufnahme.

Die Angaben für die Harnproduktion bei gesunden Kälbern weichen stark voneinander ab. Die Höhe des Harnvolumens hängt natürlich von der Menge der aufgenommenen Milch oder ganz allgemein von der Art der Fütterung ab. So ermittelte WANDL (1975) bei Kälbern mit 72 kg Körpergewicht bei 6,2 l Wasseraufnahme pro Tag über die Austauschmilch eine Harnmenge von 4,2 l/d und bei einem Gewicht von 80 kg und 7,4 l Wasseraufnahme 4,9 l Harn pro Tag. Das bedeutet, daß 68 % des täglich aufgenommenen Wassers mit dem Harn wieder ausgeschieden werden.

FAYET (1968a) maß einen Rückgang der Harnmenge von durchschnittlich 3477 ml/d bei gesunden auf 1937 ml Harn pro Tag bei durchfallkranken Kälbern. Nach THORNTON und ENGLISH (1972) ist der Rückgang nicht so stark ausgeprägt, nämlich von 2525 ml/d auf 2126 ml/d.

LOGAN und PENHALE (1972) stellten ein Absinken des Harnvolumens auf 500 ml/d und LOGAN et al. (1974) auf 400 ml pro Tag fest, und zwar jeweils mit terminaler Anurie.

Auch FISHER und MARTINEZ (1976b) berichten von Anurie während der letzten 24 Stunden vor dem Tod. Die Harnblase war bei der

Sektion der Tiere aber gefüllt, woraus sie auf eine Lähmung des Musculus detrusor schließen.

FISHER und DE LA FUENTE (1972) fanden bei gesunden Kälbern eine Harnproduktion von 2199 ml/d, bei diarrhoeerkrankten Kälbern mit Spontangenesung 1348 ml/d und bei Tieren, die im Verlauf der Erkrankung starben, nur 650 ml pro Tag.

PHILLIPS et al. (1971) geben eine Reduzierung der Harnmenge von 27,6 ml/kg KGW/d auf 21,5 ml/kg KGW/d an. LEWIS und PHILLIPS (1972) beobachteten eine Verringerung des Harnvolumens von 62,4 ml beim gesunden Kalb auf 24,3 ml/kg KGW/d beim durchfallkranken Tier. Leider geht aus beiden Arbeiten nicht hervor, wieviel Milch die klinisch gesunden Kälber aufgenommen haben, um die Differenz in der täglichen Harnmenge zu erklären. FISHER und MARTINEZ berücksichtigen wieder die verschiedenen bakteriellen Durchfallerreger und messen bei klinisch normalen Kälbern eine Harnmenge von 57,2 ml/kg KGW/d, bei Coli-Enteritis 34,2 ml (Tiere, die genesen) und 25,4 ml pro kg Körpergewicht und Tag (Tiere, die verenden).

Bei Salmonellose bleibt bei Überlebenden Kälbern die Harnmenge im Verlauf der Erkrankung mit 33,8 ml/kg KGW/d fast gleich, verringert sich aber bei Fällen mit tödlichem Ausgang auf 16,8 ml. Bei bakteriellen Mischinfektionen besteht mit 41,9 ml und 19,3 ml/kg KGW/d ebenfalls ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Verlaufsformen.

Die oben angeführten Literaturangaben sind den Tabellen 4 (gesunde Kälber) und 5 (Kälber mit Durchfall) zu entnehmen.

Tabelle 4

Angaben im Schrifttum über das tägliche Harnvolumen gesunder Kälber

FAYET (1968a)	3477	ml/d
THORNTON und ENGLISH (1972)	2525	ml/d
PHILLIPS et al. (1971)	27,6	ml/kg KGW/d
LEWIS und PHILLIPS (1972)	61,4	ml/kg KGW/d
FISHER und DE LA FUENTE (1972)	2199	ml/d
FISHER und MARTINEZ (1975)	57,2	ml/kg KGW/d
WANDL (1975)	4200 - 4900	ml/d

Tabelle 5

Angaben im Schrifttum über das Harnvolumen durchfallkranker Kälber

FAYET (1968a)	1937	ml/d	neonatale Diarrhoe
THORNTON und ENGLISH (1972)	2126	ml/d	alimentäre Diarrhoe
PHILLIPS et al. (1971)	21,5	ml/kg KGW/d	neonatale Diarrhoe/Sucrose
LEWIS und PHILLIPS (1972)	24,3	ml/kg KGW/d	neonatale Diarrhoe
LOGAN und PENHALE (1972)	500	ml/d	exper. E.coli
LOGAN et al. (1974)	400	ml/d	exper. E.coli
FISHER und DE LA FUENTE (1972)	1348 650	ml/d ml/d	neonatale Diarrhoe
FISHER und MARTINEZ (1975a)	34,2 25,4	ml/kg KGW/d ml/kg KGW/d	natürl. E.coli
FISHER und MARTINEZ (1975b)	33,8 16,8	ml/kg KGW/d ml/kg KGW/d	natürl. S. typhimurium
FISHER und MARTINEZ (1976a)	41,9 19,3	ml/kg KGW/d ml/kg KGW/d	natürl. Mischinfektion

Veränderung der physikalischen Harn Eigenschaften bei Durchfallkrankheiten beim Kalb

FAYET (1968a), FISHER und DE LA FUENTE (1972) sowie THORNTON und ENGLISH (1976) stellten bei gesunden Kälbern die Ausscheidung eines hypotonen Harnes fest, was bei einem gewöhnlichen Fütterungsregime auf Basis von Milch oder Austauschmilch auch zu erwarten ist. Die entsprechenden Werte lauten 264 mosmol/kg (FAYET), 274 mosmol (FISHER und DE LA FUENTE) und 309 mosmol/kg Harn (THORNTON und ENGLISH). Nach Einsetzen von Durchfall beobachtete FAYET eine leichte Harnkonzentrierung auf 388 mosmol/kg. FISHER und DE LA FUENTE ermittelten 693 mosmol/kg und THORNTON und ENGLISH 341 mosmol/kg Harn, wenn die im gleichen Zeitraum ausgeschiedene Kotmenge 500 g nicht überstieg und 406 mosmol/kg, wenn sie mehr als 500 g betrug.

Die beiden letztgenannten Autoren stellten bei Durchfall auch eine mäßige Erhöhung des spezifischen Harngewichtes von 1,005 auf 1,008 g/cm³ und eine leichte Abnahme der Gesamtmenge der täglich ausgeschiedenen gelösten Substanzen von 783 mosmol/d auf 654 mosmol/d fest. Nach FAYET werden von durchfallkranken Kälbern insgesamt 580 mosmol/d, bei gesunden Tieren dagegen 859 mosmol/d harnpflichtige Substanzen ausgeschieden.

TENNANT et al. (1972) beschreiben eine Erhöhung des spezifischen Harngewichtes von 1,015 g/cm³ auf 1,021 g/cm³ bei Kälbern mit Diarrhoe.

Der Einfluß von Durchfall auf die Ausscheidung der Elektrolyte Natrium und Kalium im Harn

Die im Endharn ausgeschiedene Natriummenge steht in enger Beziehung zum Natriumbestand des Körpers. So kann der Harn bei Mangelzuständen praktisch natriumfrei sein. Bei Jungbullern, die 100 mg Natrium/Tag erhielten, wurden Konzentrationen von 2 mg Na in einem Liter Harn festgestellt (MORRIS und GARTNER, 1971). Von einer Milchkuh, die bis zu 500 g NaCl (entsprechend 197 g Natrium) pro Tag erhielt, wurden dagegen 6300 mg Natrium/l Harn ausgeschieden (HELFFERICH und LENKEIT, 1965; PFEFFER et al., 1965). Diese besondere Anpassungsfähigkeit der renalen Natriumausscheidung an den Natriumbestand des Körpers wird durch eine fast vollständige Rückresorption im distalen Tubulus erreicht. Diese unterliegt der Kontrolle des Nebennierenrindenhormons Aldosteron, dessen gesteigerte Sekretion bei Natriummangel zu dieser Rückresorption führt (ULLRICH, 1975).

Bei Tieren mit einhöhligem Magen ist für die Natriumausscheidung in quantitativer Hinsicht fast ausschließlich die Niere von Bedeutung.

Bei erwachsenen Wiederkäuern, die pflanzliche Nahrung aufnehmen, erfolgt aber ein erheblicher Teil der Natriumexkretion über den Darm. In Bilanzuntersuchungen an trockenstehenden und nicht tragenden Rindern wurden nur 27,4 % des Natriums mit dem Harn und 72,6 % mit dem Kot ausgeschieden (LOMBA et al., 1969).

Ein Grund für diese Besonderheit liegt wohl in der Tatsache, daß auch die Wasserbilanz des adulten Rindes von der faecalen Wasserausscheidung bestimmt wird. Nach PAQUAY et al. (1970) werden mit Harn und Kot durchschnittlich 25 l Wasser pro Tag abgegeben. Davon entfallen auf den Harn 43,6 % und auf den Kot 56,4 %. Beim milchernährten, funktionell monogastrischen Kalb liegen dagegen ähnliche Verhältnisse vor wie beim echten Monogastrier. Nach WANDL (1975) werden 85 % des pro Tag inkorporierten Natriums mit dem Harn ausgeschieden. Nach THORNTON und ENGLISH (1972) werden 94 % und nach LEWIS und PHILLIPS (1972)

80 % des ausgeschiedenen Natriums über die Niere abgegeben.

Kalium wird im allgemeinen reichlich mit dem Futter aufgenommen, besonders pflanzliche Nahrung enthält dieses Element im Überschuß. Der K/Na-Quotient im Harn entspricht dem in der Milch. So liegt nach FISHER und DE LA FUENTE (1972) das Verhältnis von Kalium zu Natrium im Harn bei 2,0:1, nach THORNTON und ENGLISH (1972) bei 2, 1:1 und nach LEWIS und PHILLIPS (1972) bei 4:1, während ZEROBIN (1976) das K/Na-Verhältnis in der Kuhmilch mit 3:1 angibt. BLAXTER und WOOD (1953) berichten, daß trotz starker Elektrolytverluste mit dem Kot die Exkretion von Natrium und Kalium mit dem Harn nur unwesentlich abnimmt.

LEWIS und PHILLIPS (1972) ermittelten bei durchfallkranken Kälbern eine tägliche Ausscheidung von 25,1 mg Natrium pro kg Körpergewicht mit dem Harn, was 1,1 mmol entspricht, und von 94,5 mg Kalium = 2,4 mmol/kg KGW, was eine Abnahme von 60 % bzw. 63 % der Werte gesunder Kälber bedeutet.

Insgesamt ist bei Durchfall eine quantitative Erhöhung der Elektrolytausscheidung zu registrieren, die hauptsächlich mit dem Kotwasser erfolgt, während der relative Anteil der renalen Elektrolytverluste stark abnimmt.

Nach FISHER und DE LA FUENTE (1972) schieden Kälber mit Durchfall, die diesen überlebten, in 24 Stunden 13,6 mmol Natrium und 42 mmol Kalium mit dem Harn aus, während Tiere, die starben, durchschnittlich 5,2 mmol Na und 36 mmol K auf renalem Weg verloren. Für klinisch gesunde Kälber lauten die entsprechenden Werte auf 36,9 mmol Natrium und 72 mmol Kalium. Auch THORNTON und ENGLISH (1972) stellten eine Zunahme des Verlustes von Natrium und Kalium mit den Faeces und eine Verminderung der täglichen Abgabe über den Harn fest, die bei Natrium mit einer Abnahme von 47 mmol auf 31 mmol pro Tag und bei Kalium von 99 mmol auf 87 mmol pro Tag geringer ausfiel als nach den Ergebnissen von FISHER und DE LA FUENTE.

Der Proteingehalt des Harnes

Laut GRÜNDER (1977) enthält der Harn gesunder Rinder und Kälber nur spurenweise Eiweiß in einer Größenordnung von 10 mg/l Harn. Eiweißmengen von mehr als 1000 mg/l sprechen für eine Nierenschädigung, wenn die Ausscheidung von Dauer ist. Desgleichen tritt eine Proteinurie bei Belastung nach längerem Transport und symptomatisch bei fieberhaften Allgemeinerkrankungen auf. Nach MARSH et al. (1969) scheiden Kälber bei Durchfall quantitativ mehr Serumproteine über den Darm als mit dem Harn aus, der nur minimale Mengen enthalten soll; dagegen ist die Ausscheidung von Proteinen mit dem Harn bei gesunden Kälbern mengenmäßig bedeutender als bei durchfallkranken Tieren.

Daten zur vollständigen Wasserbilanz beim Kalb

Eine komplette Gegenüberstellung von Wasseraufnahme und Wasserverlust beim durchfallkranken Kalb fertigten bislang nur wenige Autoren an. PHILLIPS et al. (1971) ermittelten bei ein bis drei Tage alten Kälbern, die spontan bzw. nach Verabreichung von 2 g Sucrose/kg Körpergewicht Durchfall entwickelten, eine Wasserabgabe über Darm, Nieren und Perspiratio insensibilis von 133,3 g pro kg Körpergewicht und Tag. Dem steht eine tägliche Aufnahme von 59,5 g/kg KGW gegenüber, so daß das Wasserdefizit 73,8 g pro kg Körpergewicht und Tag betrug. Bei einem Gewicht von 35 kg sind das 2583 g Wasser pro Tag, die während einer Krankheitsdauer von 36 bis 65 Stunden dem Patienten verlorengehen. Ein gesundes Kalb retiniert dagegen pro kg KGW und Tag 25 g Wasser. LEWIS und PHILLIPS (1972) beziffern den Nettowasserverlust mit 47 g/kg KGW bei spontanem, 75 g/kg KGW bei durch Sucrose-Zufütterung verursachtem und 95 g pro kg Körpergewicht und Tag bei virusbedingtem Durchfall. Die jeweilige Krankheitsdauer lag in der obigen Reihenfolge bei 37 Std., 45 Std. und 32 Stunden. THORNTON und ENGLISH (1972) ermittelten eine negative Bilanz von 531 g Wasser pro Tag bei an alimentärem Durchfall erkrankten Kälbern. Die Ergebnisse von FISHER und MARTINEZ beziffern den Nettoverlust bei Coli-Enteritis auf 0,1 g/kg KGW/d bei genesenen und auf 16,3 g/kg KGW/d bei später gestorbenen Kälbern. Die Wasserverluste bei Salmonellose waren ausgeprägter, nämlich 5,3 g/kg KGW/d und 37,0 g pro kg Körpergewicht und Tag. Bei bakteriellen Mischinfektionen sind die Nettoverluste wieder geringer, sie betragen 3,3 g/kg KGW/d für Überlebende und 9,9 g/kg KGW und Tag für verendende Kälber. LEWIS und PHILLIPS (1978) geben für Kälber mit Durchfall nach Coronavirus-Infektion einen täglichen Wassernettoverlust von 50 g/kg KGW an. Einer Aufnahme von 22,3 g stehen dabei 72,3 g Wasser pro kg Körpergewicht an Verlust gegenüber.

Bedeutung des Körperwassergehalts und Veränderung der Flüssigkeitskompartimente bei Durchfall

Neugeborene aller Spezies sind gegenüber Wasserverlusten und Dehydratationszuständen besonders empfindlich. Sie besitzen zwar einen höheren prozentualen Anteil von Wasser an der Körpermasse, aber nur eine geringe Wasserreserve. Dies ist auf die je Einheit Körpermasse größere Körperoberfläche, eine höhere Wasserausscheidung und den höheren Wasserumsatz zurückzuführen. Demnach ist die im Extrazellulärraum vorhandene Flüssigkeitsreserve rasch verbraucht (ROSSOW et al., 1979).

Sowohl im prozentualen Wassergehalt als auch in der Verteilung des Wassers im Körper unterscheiden sich Kälber von erwachsenen Tieren. Für Kälber wird ein Wassergehalt zwischen 66,6 % und 86,1 % des Körpergewichts angegeben. So ermittelten zum Beispiel HAIGH et al. (1920) durch Trocknung 73,4 %, ELLENBERGER et al. (1950) mit chemischer Analyse 74,2 % und McFADDEN und RICHARDS (1956) durch Bestimmung mit Antipyrin 72 - 74 %. DALTON (1964) gibt für das Gesamtkörperwasser unter Anwendung der Harnstoffmethode einen Wert von 73,6 % an und FAYET (1968b) ermittelte mit Antipyrin 73,3 %. PHILLIPS et al. (1971), FAYET (1971) und SCHIESSLER et al. (1977) wandten die Tritiumwassermethode an und erzielten in dieser Reihenfolge mit 86,1 %, 76,5 % und 66,6 % sehr unterschiedliche Ergebnisse. Damit liegt der Anteil des Wassers am Körpergewicht des Kalbes erheblich höher als beim erwachsenen Rind mit ca. 50 % (HANSARD, 1964; KOLB, 1974).

Der Anteil des Extrazellulärwassers beträgt beim Kalb nach FAYET (1968b) 44,3 % (Bestimmung mit Natriumthiocyanat) und nach PHILLIPS et al. (1971) 48,5 % des Körpergewichts. Während sich nach den Angaben der meisten Untersucher (FAYET, 1968b; FAYET, 1971; PHILLIPS et al., 1971) der relative Anteil des Wassers am Körpergewicht bei einer Diarrhoe nur unwesentlich verringert, stellten PHILLIPS und KNOX (1968) bei schleimig-wäßrigem Durchfall eine Verminderung von 87,5 % auf 75,7 % fest. Sie behaupten, daß dabei kein bestimmtes Flüssigkeitskompartiment übermäßig viel

Wasser verliert, sondern daß der Verlust gleichmäßig aus allen Kompartimenten erfolgt.

FAYET (1968b, 1971) sowie LEWIS und PHILLIPS (1978) stellten dagegen fest, daß der Extrazellulärraum abnimmt und der Intrazellulärraum relativ zunimmt. Diese Vergrößerung des Intrazellulär-raums führen sie auf die Diffusion von Wasser zurück, das zum Ausgleich des osmotischen Drucks in die Zelle eindringt und dabei das Zellvolumen vergrößert. Nach WATT (1967) und PHILLIPS et al. (1971) wird das Blut- und Plasmavolumen bei Durchfall vermindert, während FISHER und MARTINEZ (1975a, 1975b, 1976a) keine signifikanten Unterschiede von Blut- und Plasmavolumen sowohl bei Überlebenden als auch bei tödlich endenden Fällen feststellen. So beziffern sie (1975b) bei Salmonellose die Verluste aus dem Intravassalraum nur mit 9,2 % des gesamten Wasserverlustes.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

MATERIAL UND METHODIK

Untersuchte Tiere

Die Versuche wurden mit 9 männlichen, sechs bis zehn Wochen alten Kälbern verschiedener Rassen durchgeführt. Zur Ermittlung von eigenen Referenzwerten wurden an zwei Kontrolltieren die gleichen Untersuchungen vorgenommen und die entsprechenden Parameter erfaßt. Die Aufstallung der Tiere erfolgt (nach dem Zukauf über Händler) in Einzelboxen. Für die Zubereitung der Tränke wurde handelsübliches Milchaustauschfutter verwendet, Wasser stand ad libitum zur Verfügung.

Durchführung der Untersuchungen

Nach der Aufstallung begann eine dreiwöchige Vorbereitungsphase, bei der vorhandene Krankheiten auskuriert und zur Überwachung des Gesundheitszustandes mehrmals Blutproben entnommen wurden. Die unmittelbar vor der experimentellen Infektion erhaltenen Blutwerte dienten als Referenzwert für die während der Diarrhoe auftretenden Veränderungen dieser Blutparameter. Die Infizierung der Tiere erfolgte mit dem *Salmonella typhimurium*-Stamm L₁ über die Tränke, die Höhe der Infektionsdosen ist im Ergebnisteil vermerkt.

Die Untersuchungen umfaßten die Ermittlung mehrerer Blutbestandteile sowie von Parametern des Flüssigkeitshaushalts. Zur Bestimmung der Blutparameter wurde mindestens einmal täglich in gleichen Zeitintervallen Blut entnommen und nach den üblichen Labormethoden untersucht. Die Entnahme der Blutproben erfolgte durch Punktion der Vena jugularis.

Techniken: Das Blut für die Serumgewinnung wurde direkt in Monovetten (Fa. Sarstedt) aufgenommen. Für die Blutgasbestimmung

wurden Proben mit speziellen Blutgasmonovetten (Fa. Sarstedt) anaerob entnommen. Für die Bestimmung von Blutzucker und für die hämatologischen Untersuchungen wurden jeweils 2 ml Blut in EDTA-Röhrchen (Fa. Sarstedt) aufgefangen.

Zusätzlich wurden für die Pyruvatbestimmung 4 ml Blut aus der ungestauten Vene zur sofortigen Enteiweißung in ein mit 4 ml 1.0 n Perchlorsäure gefülltes Zentrifugenröhrchen geleitet und gut gemischt.

Für die Messung der Lactatkonzentration wurden 2 ml Blut in ein mit 2 Tropfen Fluorid/EDTA gefülltes Röhrchen aufgenommen. Die Proben für die Fibrinogenbestimmung wurden mit besonderen Gerinnungsmonovetten (Fa. Sarstedt) gewonnen.

Die einzelnen Untersuchungsmethoden sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Zur Bestimmung der Flüssigkeitsbilanz war es notwendig, das Körpergewicht, die Ausscheidung von Kot und Harn sowie die Wasseraufnahme zu ermitteln.

Beginnend mit der Infektion wurden die Tiere in Abständen von 24 Stunden gewogen. Die letzte Wägung erfolgte bei Versuchsende oder unmittelbar nach dem Eintritt des Todes.

Die Gesamtwasseraufnahme wurde aufgeschlüsselt in Trinkwasseraufnahme und Wasseraufnahme über die Milch. Jedes Kalb erhielt pro Tag einen Eimer mit 10 l Wasser vorgesetzt, die fehlende Menge nach Ablauf einer Meßperiode wurde als Trinkwasseraufnahme verzeichnet. Zur Bestimmung der Wasseraufnahme über die Austauschmilch wurde eine genau abgewogene Milchpulvermenge in die Tränkeeimer gegeben, nach Vorschrift angerührt und der Eimer samt Inhalt gewogen. Die Gewichts Differenz aus den Wägungen vor und nach dem Tränken galt als Milchaufnahme, und bei bekannter Trockensubstanzeinwaage konnte der Wasseranteil errechnet werden.

Von den Flüssigkeitsverlusten waren die Abgaben über Kot und Harn direkt zu messen. Die Kotsammlung erfolgte weitmöglichst quantitativ mittels Plastikwannen, die unter den Gitterrosten der Einzelboxen gestellt wurden. Zur Harnsammlung wurden Urinale aus Weichgummi (Fa. Bertram) verwendet. Diese wurden dicht an die Bauchwand angelegt und das Präputium fest umschlossen. In den Ösen im Rand der Urinale wurden elastische Bänder angebracht und auf dem Rücken verknotet. Der Harn floß über einen Gummischlauch ab und sammelte sich in Kunststoffbehältern.

Aus dem Sammelharn eines Tages wurde eine Probe für die physikalische Untersuchung und zur Bestimmung von Natrium, Kalium und Protein entnommen. Auf eine Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes des Harns wurde verzichtet. Dagegen wurde eine Kotprobe bis zur Gewichtskonstanz bei 40°C im Trockenschrank eingetrocknet und der Wassergehalt errechnet.

Auf die Berechnung der insensiblen Verluste wurde bereits im Literaturteil verwiesen. Alle Berechnungen beruhen auf der Annahme, daß bei Gewichtsverlusten 96 % der Körpermasse in Form von Wasser verlorengehen. Bei Zunahme des Körpergewichts wurden 25 % der gewonnenen Körpermasse als Trockensubstanz und 75 % als Wasser eingesetzt. Auf diese Werte wurde zurückgegriffen, weil die meisten Autoren für das Kalb einen Körperwassergehalt von 75 % nennen.

Tabelle 6

Untersuchte Blut- und Hamparameter, Einheiten sowie verwendete Methoden und Geräte

Parameter	Einheiten	Labormethoden und Geräte
Hämatokrit	%	Mikromethode mit Mikrozentrifuge von Heraeus-Christ
Hämoglobin	g/100 ml	Hämiglobincyanid-Methode (BM-Test)
Erythrozytenzahl	$10^6/\mu\text{l}$	Automatisches Zählgerät Coulter-Counter, Fa. Coulter Electronics
Natrium	mmol/l	Flammenphotometer Eppendorf
Kalium	mmol/l	Flammenphotometer Eppendorf
Chlorid	mmol/l	Coulometrische Titration; Corning Chloridmeter
Bikarbonat	mmol/l	Automatische Berechnung aus gemessenem Blut-pH und pCO_2 über die Henderson-Hasselbalch-Gleichung durch Corning 175 Blutgas-Computer
pH		pH-Meßkette mit Glaselektrode, Dialysemembran, 4 m KCl-Salzbrücke und Ag-AgCl-Referenzelektrode im Corning 175 Blutgas-Computer
Protein	g/100 ml	Biuret-Methode
Blutzucker	mg/100 ml	Enzymatisch (GOD) mit Reflotest Hypoglykämie über Reflomat (BM)
Harnstoff	mg/100 ml	Teststreifen Urastrat, Labordiagnostika Gödecke
Kreatinin	mg/100 ml	Methode nach Jaffe mit Enteiweißung (BM-Test)
Lactat	mg/100 ml	Vollenzymatisch (BM-Test), Eppendorf Digitalphotometer
Pyruvat	mg/100 ml	Testkombination von Boehringer Mannheim
Leukozytenzahl	$-\mu\text{l}$	Automatisches Zählgerät Coulter-Counter, Fa. Coulter Electronics
Osmolalität	mosmol/kg	Osmometer, Fa. Knauer
Bilirubin	mg/100 ml	Testkombination Boehringer Mannheim
Fibrinogen	mg/100 ml	Methode nach Morse, Coagulometer nach Schnittger und Gross
spez. Harngewicht	g/cm ³	Refraktometer Uricon, Fa. Atago

ERGEBNISSE

Ergebnisse der Ermittlung von Bezugswerten an einer Kontrollgruppe

Eigene Bezugswerte wurden an zwei fieberfreien Kälbern, deren Kot normale Konsistenz aufwies, ermittelt. Die Methodik entsprach derjenigen in den Infektionsversuchen.

Den beiden Kontrolltieren wurden zweimal täglich 4 Liter Tränke mit jeweils insgesamt 500 g eines handelsüblichen Milchaustauschers vorgesetzt. Die Tränke wurde auch vollständig aufgenommen. Trockenfutter wurde nicht angeboten, Wasser stand zur freien Aufnahme zur Verfügung.

Während der Versuche betrug die Lufttemperatur 20 - 22°C, die relative Luftfeuchtigkeit lag zwischen 80 und 90 %.

Die von den Kontrolltieren gewonnenen Befunde (Durchschnittswerte aus den Ergebnissen von fünf Meßperioden von je 24 Stunden Dauer) sind in den Tabellen 7, 8 und 9 aufgeführt. Die Einzelwerte sind im Anhang den Tabellen 10 - 14 zu entnehmen.

Tabelle 7

In Kontrolluntersuchungen an 2 Kälbern zur Ermittlung von eigenen Bezugswerten gemessene bzw. errechnete Daten des Flüssigkeitshaushaltes

	Kalb A		Kalb B	
Gewichtsänderung (kg)	+ 0,52		+ 1,08	
Wasseraufnahme über Milch (g)	7690 ±	322	7480 ±	126
Trinkwasseraufnahme (g)	840 ±	980	80 ±	109
Gesamte Wasseraufnahme (g)	9010 ±	3068	7560 ±	209
Direkt meßbare Wasser-				
scheidung (g)	4204 ±	2432	3881 ±	741
Insensible Wasserverluste (g)	3230 ±	289	2870 ±	573
Gesamte Wasserausscheidung (g)	8155 ±	1286	6750 ±	320
Harnvolumen (ml)	4704 ±	1254	3724 ±	717
Kotmenge (g)	276 ±	82	199 ±	56
Kotwasser (g)	221 ±	68	157 ±	42
Gesamte Wasseraufnahme				
(g/kg KGW/d)	113,6 ±	13	107,3 ±	3,1
Gesamte Wasserausscheidung				
(g/kg KGW/d)	108,6 ±	16	95,8 ±	4,7
Insensible Wasserverluste				
(g/kg KGW/d)	43,1 ±	4,1	40,7 ±	7,9
Harnvolumen (ml/kg KGW/d)	62,6 ±	16	52,9 ±	10,4
Kotwasser (g/kg KGW/d)	2,9 ±	0,9	2,2 ±	0,5

Tabelle 8

In Kontrolluntersuchungen an 2 Kälbern zur Ermittlung von eigenen Bezugswerten gemessene Harnbefunde

	Kalb A	Kalb B
Harnvolumen (ml)	4704 ± 1254	3724 ± 717
Harnosmolalität (mosmol/kg)	329 ± 20	296 ± 5
Spez. Harngewicht (g/cm ³)	1,009 ± 0,002	1,008 ± 0
Natriumausscheidung (mmol/d)	135 ± 45	109 ± 45
Kaliumausscheidung (mmol/d)	307 ± 60	253 ± 46
Proteinausscheidung (mg/d)	1841 ± 552	1665 ± 551

Tabelle 9

In Kontrolluntersuchungen an 2 Kälbern zur Ermittlung von eigenen Bezugswerten erhaltene Blutbefunde

	Kalb A		Kalb B	
Hämatokrit (%)	25,8	± 1,1	20	± 0,7
Hämoglobin (g/100 ml)	7,7	± 0,3	5,4	± 0,2
Erythrozytenzahl (10 ⁶ /µl)	6,5	± 0,3	5,3	± 0,2
Natrium (mmol/l)	125,6	± 6,7	126	± 3,6
Kalium (mmol/l)	4,24	± 0,3	4,26	± 0,45
Chlorid (mmol/l)	96,4	± 1,1	95	± 8,5
Bikarbonat (mmol/l)	24,4	± 1,7	27	± 2,7
pH	7,24	± 0,03	7,31	± 0,02
Serumprotein (g/100 ml)	5,1	± 0,1	4,7	± 0,1
Blutzucker (mg/100 ml)	119	± 9,6	122	± 5,6
Harnstoff (mg/100 ml)	<27		<27	
Kreatinin (mg/100 ml)	1,31	± 0,04	1,31	± 0,1
Lactat (mg/100 ml)	8,7	± 2,9	10,4	± 0,9
Pyruvat (mg/100 ml)	0,48	± 0,12	0,43	± 0,1
Leukozyten (-/µl)	6480	± 521	4820	± 443
Osmolalität (mosmol/kg)	285	± 6,5	279	± 4,6
Bilirubin (mg/100 ml)	0,28	± 0,09	0,27	± 0,07
Fibrinogen (mg/100 ml)	154	± 22	230	± 40

Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen an Kälbern mit akuter Salmonellen-Enteritis und Spontangenesung

Zur Darstellung der Ergebnisse wurde die Einzelbeschreibung gewählt, weil sich die untersuchten Tiere in der Rasse und dem Gewicht unterschieden und auch verschieden hohe Infektionsdosen gewählt worden waren. Eine Zusammenfassung in Gruppen gleicher Verlaufsform mit der Darstellung von Mittelwerten hätte so ein falsches Bild vermitteln können.

Kalb Nr. 1

Rasse:	Dt. Braunvieh
Gewicht bei Versuchsbeginn:	68,5 kg
Gewicht bei Versuchsende:	64,5 kg
Infektionsdosis:	300 Mio. Keime des <i>Salmonella typhimurium</i> - Stammes L ₁
Beobachtungsdauer:	240 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	6,7 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 1 und 3 auf Seiten 72 und 74)

Die Wasseraufnahme über die Milch betrug am ersten Tag des Versuchs 8,742 Liter, ging mit schlechter werdendem Allgemeinbefinden in den folgenden Tagen auf die Hälfte zurück und erreichte mit 3,471 l am 7. Tag das Minimum. An den letzten beiden Versuchstagen (9. und 10. Tag) betrug der Wasseranteil des verzehrten Milchaustauschfutters wieder 6,358 l und 8,237 l.

Umgekehrt dazu verlief die Trinkwasseraufnahme. Während das Kalb am ersten Tag noch kein zusätzliches Wasser zu sich nahm, trank es am zweiten Tag 0,5 l, an den folgenden zwei Tagen weiter ansteigende Mengen und am 5. Tag 2,9 l Wasser. Bis zum Versuchsende am 10. Tag ging die Trinkwasseraufnahme auf 1,1 l zurück. Obwohl das Kalb vermehrt Wasser trank, sank die tägliche

Gesamt-Wasseraufnahme aus Milch und Trinkwasser im Verlauf der Erkrankung unter die Menge (8,742 l) des ersten Tages. Gleich am zweiten Tag war sie mit 4,713 l am geringsten, an den folgenden Tagen schwankte die gesamte Wasseraufnahme zwischen 5,3 l 8,1 l. Am zehnten Versuchstag überstieg sie mit 9,337 l die Menge des ersten Tages. Die Gesamt-Wasserausscheidung über Kot, Harn und auf insensiblen Weg war nur am ersten und zehnten Versuchstag um 1,1 l bzw. 2,0 l geringer als die Aufnahme; an den dazwischenliegenden acht Tagen war sie insgesamt sechsmal um bis zu 2 l höher.

Die Kotmenge stieg von 620 g mit einem Wasseranteil von 532 g bis auf 5897 g mit 5667 g Wasseranteil am vierten Tag an, ging dann wieder stetig zurück und lag am letzten Tag bei 1030 g mit 860 g Wassergehalt.

Das täglich ausgeschiedene Harnvolumen verminderte sich mit ansteigender Kotmenge. Von 3180 ml ging es für die folgenden drei Tage auf weniger als 1000 ml zurück, stieg anschließend wieder an und erreichte am zehnten Tag 4840 ml.

Die Wasserabgabe auf insensiblen Weg betrug am ersten Tag 3905 ml, zeigte dann sinkende Tendenz und belief sich am zehnten Versuchstag auf 2662 ml.

Die relative Verteilung der Flüssigkeitsverluste über Kot und Harn erfuhr während der stärksten Diarrhoe eine Umkehrung; der Anteil des Kotwassers stieg von 7 % bis auf 59,9 % und sank dann auf 10,3 % ab, dagegen verringerte sich der Harnanteil von 41,8 % bis auf 10,3 % und erreichte bei Versuchsende wieder 57,8 %. Der prozentuale Anteil der insensiblen Verluste, der anfangs bei 51,2 % lag, reduzierte sich ebenfalls und bewegte sich überwiegend bei Werten um 30 %.

Während der gesamten Versuchszeit entwickelte sich ein durchschnittlicher Nettoflüssigkeitsverlust von 6,7 g pro kg Körpergewicht und Tag.

Harnbefunde

Mit der Reduzierung des Harnvolumens war gleichzeitig eine Erhöhung der Harnosmolalität und des spezifischen Harngewichts verbunden. Die höchste Osmolalität wurde am 3. und 4. Tag mit 1320 mosmol/kg und 1110 mosmol/kg erreicht, als nur 945 bzw. 975 ml Harn gemessen wurden. Mit ansteigender Harnmenge ermäßigte sich auch die Osmolalität wieder. Das spez. Harngewicht entwickelte sich wie die Osmolalität und erreichte ebenfalls am 3. und 4. Tag mit 1,032 g/cm³ und 1,034 g/cm³ die Maximalwerte. Bis zum Versuchsende ging es auf 1,011 g/cm³ zurück.

Die tägliche Natriumausscheidung mit dem Harn reduzierte sich von 176 mmol am ersten Tag auf 10 mmol am dritten Tag, in der folgenden Zeit wurde ein praktisch natriumfreier Harn produziert. Die renale Kaliumexkretion ging gleichzeitig von 298 mmol auf 42 mmol zurück. An diesen fünf Tagen war auch der Kotabsatz am stärksten, während der zweiten Versuchshälfte verringerte sich die tägliche Kotmenge bis auf 1 kg, und mit allmählich steigender Trockensubstanzaufnahme mit der Austauschmilch stieg auch die Kaliumausscheidung wieder an. Die tägliche Proteinausscheidung war in der Phase des quantitativ stärksten Durchfalls mit Mengen von 1208 mg bis 446 mg geringer als in der Zeit, während der sich wieder eine Normalisierung der Darmtätigkeit abzeichnete. In dieser zweiten Hälfte des Versuchs variierte sie von 1677 mg bis 2851 mg.

Blutbefunde

Der Hämatokrit stieg von 25 % zum Zeitpunkt der Infektion bis auf maximal 32 % nach 120 Stunden, nach 10 Tagen lag er mit 20 % unter dem Ausgangswert.

Der Hämoglobingehalt verhielt sich analog zum Hämatokrit, er stieg von 7,5 g auf 8,6 g/100 ml und sank dann bis Versuchsende auf 6,1 g/100 ml.

Die Erythrozytenzahl erreichte, ausgehend von 7,0 Mio./ μ l, mit 8,5 Mio./ μ l am vierten Tag den höchsten Wert und lag nach 240 Stunden bei 5,5 Mio./ μ l.

Die Natriumkonzentration fiel von 139 mmol/l bis zum 8. Tag auf 122 mmol/l, in den folgenden Tagen war dann ein leichter Anstieg auf 129 mmol/l zu verzeichnen.

Die Kaliumkonzentration war mit 5,3 mmol/l und 5,5 mmol/l nach 24 bzw. 48 Stunden am höchsten; in der übrigen Zeit war sie mit zwei Ausnahmen geringer als zu Versuchsbeginn (mit 4,7 mmol/l). Die Chloridkonzentration war einigen Schwankungen unterworfen. Nach Absinken von 97 auf 88 mmol/l nach 96 Stunden wurde 24 Stunden später mit 102 mmol/l der Maximalwert erreicht.

In den folgenden Tagen variierte sie von 96 mmol/l bis 100 mmol/l. Die Bikarbonatkonzentration war nach 144 Stunden mit 16 mmol/l am geringsten, desgleichen der pH mit einem Wert von 7,19. Beide Parameter zeigten dann wieder steigende Tendenz.

Der Proteingehalt des Serums erreichte nach 120 Stunden, als gleichzeitig der Hämatokrit sein Maximum aufwies, mit 4,3 g/100 ml den geringsten Wert. In den folgenden Tagen wurde ein Anstieg auf 5,2 g/100 ml beobachtet.

Der Blutzuckerspiegel schwankte an den ersten fünf Tagen zwischen 120 und 83 mg/100 ml. Von 39 mg/100 ml am 6. Tag stieg er bis zum Ende des Versuchs auf 85 mg/100 ml.

Der Harnstoffgehalt erhöhte sich bis zum 5. Tag auf 59 mg/100 ml, lag an den folgenden drei Tagen zwischen 70 und 78 mg/100 ml und ging anschließend auf 32 mg/100 ml zurück. Ebenso erreichte die Kreatininkonzentration, von 0,91 mg/100 ml ausgehend, mit 1,37 mg/100 ml und 1,47 mg/100 ml am 6. und 7. Tag ihre höchsten Werte.

Lactat und Pyruvat blieben unauffällig und überschritten zu keinem Zeitpunkt Werte von 12,0 mg/100 ml bzw. 1,14 mg/100 ml.

Nach dem dritten Tag der Infektion gingen beide Parameter zurück. Von 5100 Leukozyten/ μ l zum Zeitpunkt der Infektion ausgehend, entwickelte sich zur Mitte des Versuchs eine Leukozytose mit 29400 Zellen/ μ l; anschließend sank die Leukozytenzahl auf 7300/ μ l.

Im Verlauf des Versuchs entstand eine hypotone Dehydratation, die während des stärksten Durchfalls mit 256 mosmol/kg den geringsten Wert erreichte. Der Bilirubingehalt blieb unauffällig und erreichte nach 24 und 48 Stunden mit 0,47 mg/100 ml und 0,45 mg/100 ml die höchsten Zahlen.

Die Fibrinogenkonzentration stieg bis zum 7. Tag von 254 mg/100 ml auf 1924 mg/100 ml an; anschließend erfolgte eine leichte Verringerung auf 1408 mg/100 ml.

Sämtliche Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 15, 16, 17 und 18 zu entnehmen.

Kalb Nr. 2

Rasse:	Dt. Braunvieh
Gewicht bei Versuchsbeginn:	61,5 kg
Gewicht bei Versuchsende:	56,5 kg
Infektionsdosis:	300 Mio. Keime
Beobachtungsdauer:	240 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	8,9 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 1 und 3 auf Seiten 72 und 74)

Die Ergebnisse des Bilanzversuchs entsprechen in der Tendenz denen von Kalb Nr. 1. Die Wasseraufnahme über die Milch lag am ersten Tag bei 8,825 l, am dritten Tag nur noch bei 1,818 l und an den folgenden sechs Tagen zwischen 1,752 l und 5,860 l. Am letzten Versuchstag wurde die angebotene Milchmenge schon fast vollständig verzehrt und der entsprechende Wasseranteil belief sich auf 6,234 l. Kalb Nr. 2 trank vom 2. bis zum 9. Tag zusätzlich Wasser in täglichen Mengen von 0,9 l bis 1,5 l. Am 5. Tag beschränkte es sich auf 0,5 l, dafür lag im gleichen Zeitraum die Wasseraufnahme über die Austauschmilch bei 5,860 l.

Ähnlich wie bei Kalb Nr. 1 entstand auch bei diesem Tier ein Flüssigkeitsdefizit. Lediglich am ersten und zehnten Versuchstag war die gesamte Wasseraufnahme größer als die gesamte Wasserausscheidung.

Die Kotmenge erhöhte sich von anfangs 410 g mit 327 g Wasseranteil bis zum 5. Tag auf 3250 g mit 3074 g Wassergehalt. In der zweiten Hälfte des Versuchs ging sie auf 1096 g zurück, der Wasseranteil betrug noch 1015 g.

Das Harnvolumen verminderte sich von 4325 ml während der ersten 24 Stunden in den folgenden Tagen auf ein Viertel dieser Menge. Ein verstärkter Harnabsatz erfolgte dann während der letzten

drei Versuchstage. Die Harnmenge erreichte am 10. Tag wieder 2120 ml.

Die insensiblen Verluste waren an den ersten beiden Tagen nach der Infektion mit 3,423 l und 4,547 l am höchsten. An den folgenden acht Tagen erreichten sie in der Regel Werte zwischen 1,9 l und 2,9 l. Auch die relative Verteilung der Flüssigkeitsverluste verhielt sich wie bei Kalb Nr. 1. Die Verluste über das Kotwasser lagen zu Versuchsbeginn bei 4,0 % des gesamten Flüssigkeitsverlustes, stiegen auf mehr als 50 % an und beliefen sich am letzten Versuchstag auf 19,9 %. Der prozentuale Anteil des Harns an der gesamten Flüssigkeitsausscheidung reduzierte sich von 53,6 % auf bis zu 8,9 %. Die Abgabe auf insensiblen Weg betrug, von wenigen Ausnahmen abgesehen, 40 % bis 50 % der Flüssigkeitsverluste.

Auf die gesamte Versuchsdauer von 240 Stunden umgerechnet, entstand ein durchschnittlicher Netto-Flüssigkeitsverlust von 8,9 g/kg KGW/d.

Harnbefunde

Die Osmolalität erhöhte sich mit zurückgehender Harnmenge, der Maximalwert von 1240 mosmol/kg wurde bei einem Harnvolumen von 410 ml gemessen. Desgleichen erhöhte sich das spezifische Harngewicht von 1,007 g/cm³ auf 1,026 g/cm³. Es reduzierte sich bei steigendem Harnvolumen bis zum Versuchsende wieder auf 1,013 g/cm³.

Die Natriumausscheidung, die am ersten Tag noch 83 mmol betrug, sank bis zum 3. Tag auf 11 mmol und erreichte an den folgenden Tagen noch geringere Werte. Auch als sich die Aufnahme von Trokensubstanz (Milchpulver) wieder erhöht hatte, betrug sie am 10. Tag immer noch nur 2,1 mmol. Die renale Kaliumexkretion sank von 313 mmol bis auf 40 mmol pro Tag ab und zeigte an den letzten drei Tagen wieder ansteigende Tendenz. Die Proteinausscheidung mit dem Harn schwankte erheblich und ließ keine Gesetzmäßigkeit erkennen. Während der zweiten Versuchshälfte war sie

jedoch mit Werten bis zu 1550 mg/d quantitativ höher als an den ersten fünf Tagen.

Blutbefunde

Der Hämatokrit verringerte sich von 28 % auf 24 %, dieser Abfall verlief aber nicht linear, sondern nach einem Wert von 25 % nach zwei Tagen wurden zwischenzeitlich wieder 27 % erreicht. Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl lagen nach 10 Tagen mit 6,9 g/100 ml und 6,9 Mio./ μ l ebenfalls unter den Ausgangswerten von 8,0 g/100 ml und 7,2 Mio./ μ l.

Während sich die Natriumkonzentration des Serums kontinuierlich von 139 mmol/l auf 128 mmol/l verminderte, zeigte die Kaliumkonzentration leichte Schwankungen. Von 4,6 mmol/l ausgehend, erreichte sie einmal (am 7. Tag) 5,7 mmol/l und reduzierte sich bis zum 10. Tag wieder auf 4,5 mmol/l. Der Chloridgehalt war mit 95 mmol/l am Versuchsende ebenfalls geringer als zum Zeitpunkt der Infektion (97 mmol/l), dazwischen variierte er von 90 bis 99 mmol/l.

Bikarbonat und pH ermäßigten sich von 30 mmol/l und 7,36 bis auf 21 mmol/l und 7,23 am achten Tag, anschließend erfolgte ein leichter Anstieg auf 23 mmol/l und 7,27.

Die Serum-Proteinkonzentration fiel von 4,7 auf 4,3 g/100 ml, das Minimum von 3,8 g/100 ml wurde am vierten Tag post infectionem erreicht.

Der Blutzuckergehalt war starken Schwankungen unterworfen. Von 100 mg/100 ml ausgehend, erreichte er nach drei Tagen den Minimalwert von 50 mg/100 ml, bewegte sich an den folgenden Tagen um 100 mg und lag am zehnten Tag bei 108 mg/100 ml.

Harnstoff- und Kreatininkonzentration stiegen erst am 9. Versuchstag auf ihre höchsten Werte von 64 mg/100 ml und 1,51 mg/100 ml.

Lactat- und Pyruvatgehalt blieben über die gesamte Versuchsdauer ohne Besonderheiten, die Lactatkonzentration erreichte maximal 9,5 mg/100 ml und die des Pyruvates 1,0 mg/100 ml.

Die Leukozytenzahl erhöhte sich von 4100/ μ l bis zum 4. Tag auf 10400/ μ l. Nach einem kurzfristigen Abfall auf 5400/ μ l lag sie bei Ende des Versuchs bei 13000/ μ l. Die Serumsmolalität verringerte sich von 283 mosmol/kg auf 265 mosmol/kg, nach 120 Stunden wurden als niedrigster Wert 260 mosmol/kg verzeichnet.

Die Bilirubinkonzentration war am 3. und 9. Tag mit 0,79 mg und 0,73 mg/100 ml am höchsten, blieb an den anderen Tagen aber unauffällig.

Die Fibrinogenkonzentration lag zum Zeitpunkt der Infektion bei 680 mg/100 ml, verringerte sich während der Phase des stärksten Durchfalls auf 190 mg und stieg bis zum 8. Tag auf 1004 mg/100 ml an. Nach weiteren 48 Stunden hatte sich der Fibrinogengehalt auf 490 mg/100 ml erniedrigt.

Sämtliche während der Verlaufsuntersuchung erhaltenen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 19, 20, 21 und 22 zu entnehmen.

Kalb Nr. 3

Rasse:	Dt. Braunvieh
Gewicht bei Versuchsbeginn:	80,5 kg
Gewicht bei Versuchsende:	68,0 kg
Infektionsdosis:	300 Mio. Keime
Beobachtungsdauer:	240 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	16,5 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 1 und 3 auf Seiten 72 und 74)

Bei Kalb Nr. 3 traten im Flüssigkeitshaushalt gravierendere Veränderungen auf als bei den ersten beiden Tieren dieser Serie. Die Wasseraufnahme über die Milch ging bereits am zweiten Tag auf 960 g gegenüber 9132 g am ersten Tag zurück. In den nächsten Tagen folgte zwar ein Anstieg, er blieb jedoch quantitativ hinter den entsprechenden Werten von Kalb Nr. 1 und Kalb Nr. 2 zurück. Dafür war die Trinkwasseraufnahme hier ungleich stärker. Kalb Nr. 3 nahm am ersten Tag 0,5 l Trinkwasser auf, die Aufnahme steigerte sich an den folgenden vier Tagen auf 4,3, 6,1, 5,8 und 5,3 l. Erst an den letzten fünf Versuchstagen trank das Kalb mit 0,7 bis 1,9 l Wasser wieder erheblich weniger.

Obwohl das Tier verstärkt Wasser trank, war die gesamte Wasseraufnahme nur an einem Tag größer als die gesamte Wasserausscheidung.

Bereits am ersten Tag belief sich die Kotmenge auf 2219 g mit einem Wassergehalt von 1859 g. Diese erreichte am vierten Tag 7544 mit 7174 g Wasseranteil und lag einen Tag später immer noch bei 5180 g. Innerhalb eines Tages, und zwar gleichzeitig mit dem Rückgang der Trinkwasseraufnahme, erfolgte schlagartig eine Reduzierung der Kotmenge auf 1035 g mit 957 g Wassergehalt. Die Kotmenge verminderte sich bis zum Versuchsende weiter auf 590 g. Das Harnvolumen reduzierte sich von anfangs 3120 ml bis zum vierten Tag auf 1195 ml; am fünften Tag war überhaupt kein

Harnabsatz zu verzeichnen, und an den folgenden Tagen erhöhte sich die Harnmenge über 1785 ml auf 2945 ml. Die insensiblen Wasserverluste waren wieder zu Versuchsbeginn am größten, erreichten am dritten Tag einen extrem hohen Wert von 6,2 l und schwankten bis zum Ende der Beobachtungszeit zwischen 2,0 und 2,9 l.

Die relative Verteilung der Flüssigkeitsverluste mit Kotwasser, Harn und auf insensiblen Weg entsprach in der Tendenz der bei Kalb Nr. 1 und Kalb Nr. 2.

Harnbefunde

Die Harnosmolalität stieg von 410 mosmol/kg auf maximal 1480 mosmol/kg. Dieser Wert gilt für den dritten Krankheitstag, als nur 735 ml Harn abgesetzt wurden. In der zweiten Hälfte der Kontrollperiode ging die Osmolalität mit steigender Harnmenge wieder auf Werte zwischen 540 mosmol/kg und 900 mosmol/kg zurück. Das spezifische Harngewicht erhöhte sich analog zur Osmolalität von 1,015 g/cm³ auf 1,033 g/cm³ mit anschließender Verminderung auf 1,020 g/cm³ bis 1,027 g/cm³. Die Natriumausscheidung mit dem Harn, die am ersten Tag noch 101 mmol betrug, fiel rapide ab, während die Kaliumausscheidung zur Mitte der Versuchszeit die geringsten Werte erreichte und zum Ende der Beobachtungszeit wieder leicht anstieg. Die Proteinausscheidung mit dem Harn schwankte stark und lag zwischen 879 mg und 5941 mg pro Tag.

Blutbefunde

Bei diesem Tier erfolgte im Gegensatz zu Kalb Nr. 1 und Kalb Nr. 2 keine Verringerung des Hämatokrit, sondern dieser erhöhte sich von 25 % bis zum 5. Tag auf 45 %. Mit 33 % lag er am zehnten Tag noch immer über dem Ausgangswert. Ebenso erreichten Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl am fünften Tag mit 13,4 g/100 ml und 13,1 Mio./ μ l ihre Maximalwerte. Von den Serumelektrolyten verringerte sich Natrium von 142 mmol/l auf 118 mmol/l; die Kaliumkonzentration zeigte keinen einheitlichen Verlauf und schwankte bei einem Ausgangswert von 4,4 mmol/l zwischen

4,0 mmol/l und 5,2 mmol/l. Bei Versuchsende lag sie wieder bei 4,4 mmol/l. Die Chloridkonzentration wies fallende Tendenz auf. Von 97 mmol/l verringerte sie sich auf 78 mmol/l; zum gleichen Zeitpunkt wurde auch die stärkste Hyponatriämie ermittelt. Bis Versuchsende erhöhte sich der Chloridgehalt wieder auf 89 mmol/l.

Bei diesem Kalb entwickelte sich eine schwere metabolische Azidose. Am siebenten Tag wurde eine Bikarbonatkonzentration von 14,6 mmol/l und ein pH von 7,00 erreicht. Die Werte erhöhten sich in den folgenden drei Tagen wieder auf 27 mmol/l und 7,25.

Die Serumproteinkonzentration verringerte sich von 4,8 g auf 4,1 g/100 ml; dieser Rückgang erfolgte trotz der starken Hämokonzentration. Sie stieg anschließend wieder auf 4,8 g/100 ml. Der Blutzuckerspiegel erreichte am vierten Tag mit 52 mg/100 ml den niedrigsten Wert. Sonst bewegte er sich zwischen 60 mg/100 ml und 120 mg/100 ml.

Harnstoff- und Kreatininspiegel erreichten zum Zeitpunkt der stärksten Hämokonzentration mit 128 mg/100 ml bzw. 3,32 mg/100 ml ihre Maximalwerte. Mit sinkendem Hämatokrit verminderte sich der Harnstoffgehalt auf 27 mg/100 ml und der des Kreatinin auf 0,68 mg/100 ml. Der Pyruvatspiegel blieb wieder unauffällig, nur der Lactatgehalt erhöhte sich kurzfristig auf 26,7 mg/100 ml.

Von 5400 Leukozyten/ μ l ausgehend, entwickelte sich bei diesem Tier bis zum letzten Versuchstag eine Leukozytose mit 25300 Leukozyten/ μ l. Auch bei diesem Kalb kam es zur hypotonen Dehydratation; die Serumosmolalität sank von 290 mosmol/kg auf 246 mosmol/kg ab.

Der Bilirubingehalt erreichte vom 2. bis zum 4. Tag mit Werten von 0,71 bis 0,81 mg/100 ml seine Maxima, ansonsten blieb er im Normbereich.

Die Fibrinogenkonzentration stieg in den ersten fünf Tagen von 266 mg/100 ml auf 1112 mg/100 ml, fiel dann wieder ab und lag am zehnten Tag bei 340 mg/100 ml.

Alle Einzelmeßwerte sind im Anhang den Tabellen 23, 24, 25 und 26 zu entnehmen.

Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen an Kälbern mit perakut verlaufender Salmonellose mit tödlichem Ausgang

Kalb Nr. 4

Rasse:	Dt. Schwarzbunt
Gewicht bei Versuchsbeginn:	49,0 kg
Gewicht bei Versuchsende:	47,5 kg
Infektionsdosis:	800 Mio. Keime
Überlebenszeit:	34 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	21,9 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 2 und 3 auf Seiten 73 und 74)

Bei diesem Kalb kann bei einer Überlebenszeit von 34 Stunden von einem perakuten Krankheitsverlauf gesprochen werden. Die Durchfallphase beschränkte sich dabei auf 24 Stunden.

Nahm das Kalb in den ersten 24 Stunden nach der Infektion die angebotene Milch noch vollständig auf, so verweigerte es danach die weitere Nahrungsaufnahme. Am ersten Tag trank es kein Wasser, so daß sich die gesamte Wasseraufnahme auf die in der Milch enthaltenen 9020 g beschränkte. Der Trinkwasserverbrauch in der zehnstündigen Periode vor dem Tod belief sich auf 0,8 Liter.

Während die gesamte Wasseraufnahme in den ersten 24 Stunden post infectionem die gesamte Wasserausscheidung noch geringfügig übertraf, kam es in den folgenden zehn Stunden zu einem Flüssigkeitsdefizit. Die Kotmenge betrug am ersten Tag noch 1939 g mit einem Wasseranteil von 1797 g, in der restlichen Zeit wurden 968 g Kot mit einem Wassergehalt von 902 g abgesetzt. Das Harnvolumen verringerte sich drastisch von 2160 ml auf 160 ml, die insensiblen Verluste waren mit 4208 g am ersten Tag und 1658 g für die folgenden zehn Stunden beachtlich hoch.

Harnbefunde

Im Gegensatz zu den überlebenden Kälbern kam es bei diesem Tier zu keiner nennenswerten Konzentrierung des Harns. Die Osmolalität erhöhte sich nur von 441 mosmol/kg auf 598 mosmol/kg, und das spezifische Harngewicht stieg von 1,008 g/cm³ auf 1,013 g/cm³.

Die Natrium- und Kaliumausscheidung mit dem Harn wurde aber wie bei den überlebenden Tieren von 48 mmol Natrium auf 3,2 mmol und von 195 mmol Kalium auf 20 mmol vermindert.

Blutbefunde

Die letzte Blutentnahme wurde bei diesem Tier 10 Stunden vor dem Tod vorgenommen, so daß nicht auszuschließen ist, daß sich die Blutwerte bis zum Exitus noch wesentlich veränderten.

Von den untersuchten Blutparametern erhöhte sich der Hämatokrit von anfangs 20 % auf 25 %, Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl stiegen analog dazu an.

Die Natriumkonzentration verringerte sich nur um 3 mmol auf 136 mmol/l, die Kaliumkonzentration erhöhte sich von 5,2 mmol auf 5,9 mmol/l und der Chloridgehalt um 2 mmol auf 98 mmol/l.

Bikarbonatmenge und pH blieben praktisch ohne Veränderung und lagen bei der letzten Messung vor dem Tod bei 27 mmol/l und 7,32. Der Serum-Proteingehalt nahm minimal von 4,8 g auf 4,6 g/100 ml ab, der Blutzuckerspiegel verringerte sich um mehr als die Hälfte auf 47 mg/100 ml.

Die Konzentrationen von Harnstoff, Kreatinin und Lactat blieben unauffällig, die des Pyruvates erhöhte sich auf 1,77 mg/100 ml, wobei der Ausgangswert zum Zeitpunkt der Infektion schon relativ hoch war.

Die Leukozytenzahl verringerte sich binnen 24 Stunden von 14400 auf 2400/ μ l, die Serumosmolalität nahm nur gering, und zwar von 281 mosmol/kg auf 274 mosmol/kg, ab. Der Bilirubingehalt blieb ohne Besonderheit. Die Fibrinogenkonzentration erhöhte sich während dieser kurzen Frist nur von 680 mg auf 704 mg/100 ml und blieb damit praktisch unverändert.

Alle im Verlauf der Untersuchung erhaltenen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 27, 28 und 29 zu entnehmen.

Kalb Nr. 5

Rasse:	Dt. Schwarzbunt
Gewicht bei Versuchsbeginn:	59,0 kg
Gewicht bei Versuchsende:	57,8 kg
Infektionsdosis:	800 Mio. Keime
Überlebenszeit:	44 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	12,2 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 2 und 3 auf Seiten 73 und 74)

Dieses Kalb nahm am ersten Tag 8921 g Wasser mit der Austauschmilch auf und in den folgenden 20 Stunden noch 4001 g. Dazu trank es schon am ersten Tag 2,8 l und am zweiten 1,9 l Wasser. Die gesamte Wasseraufnahme überstieg am ersten Tag noch die gesamte Wasserausscheidung, am zweiten lag sie um über 2 l darunter.

Die Kotmenge betrug bei diesem Kalb schon in den ersten 24 Stunden 4447 g (4251 g Wasser) und in den folgenden 20 Stunden bis zum Tod weitere 4326 (4006 g Wasser). Der Rückgang des Harnvolumens von 2630 ml auf 350 ml war ähnlich deutlich wie bei Kalb Nr. 4. Die insensiblen Verluste für die beiden Meßperioden beliefen sich auf 4090 g und 3657 g.

Harnbefunde

Im Gegensatz zum vorherigen Kalb erhöhte sich die Harnosmolalität auf 1280 mosmol/kg und das spezifische Gewicht auf 1,025 g/cm³. Die Exkretion von Natrium, Kalium und Protein mit dem Harn war in den letzten 20 Lebensstunden gegenüber dem ersten Versuchstag verringert.

Blutbefunde

Von den Blutwerten erhöhten sich der Hämatokrit von 25 % auf 43 %, der Hämoglobingehalt von 6,9 auf 12,6 g/100 ml und die Erythrozytenzahl von 10,2 Mio./ μ l auf 13,9 Mio./ μ l. Die Natriumkonzentration zeigte leicht fallende Tendenz und die Chloridkonzentration veränderte sich nicht. Die Kaliumkonzentration erhöhte sich dagegen von 5,0 mmol/l auf 6,4 mmol/l. Bikarbonat und pH lagen bei der letzten Messung bei 33 mmol/l und 7,31. Trotz der Hämokonzentration verminderte sich der Serum-Proteingehalt von 5,7 auf 4,7 g/100 ml.

Der Blutzuckerspiegel reduzierte sich von 89 mg/100 ml auf 39 mg/100 ml, d. h. um mehr als die Hälfte. Während die Harnstoffkonzentration im Normbereich blieb und 32 mg/100 ml nicht überstieg, belief sich der Kreatiningehalt zuletzt auf 1,62 mg/100 ml. Von den Endprodukten des Kohlenhydratstoffwechsels erhöhten sich die Gehalte an Lactat von 13,6 auf 19,1 mg/100 ml und die an Pyruvat von 0,54 auf 1,86 mg/100 ml.

Analog zu Kalb Nr. 4 fiel die Leukozytenzahl stark ab: auf 4000 Leukozyten/ μ l.

Die Serumosmolalität blieb im Bereich von 279 bis 281 mosmol/kg, der Bilirubinspiegel blieb ebenfalls ohne Besonderheiten und die Fibrinogenkonzentration lag bei einem Ausgangswert von 190 mg/100 ml und zwischenzeitlicher Erhöhung auf 296 mg/100 ml bei der letzten Bestimmung vor dem Exitus wieder bei 190 mg/100 ml.

Sämtliche während der Verlaufsuntersuchung erhaltenen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 28, 29 und 30 zu entnehmen.

Ergebnisse von Verlaufsuntersuchungen an Kälbern mit tödlich verlaufender akuter Salmonellen-Enteritis

Kalb Nr. 6

Rasse:	Dt. Braunvieh
Gewicht bei Versuchsbeginn:	82,0 kg
Gewicht bei Versuchsende:	74,5 kg
Infektionsdosis:	300 Mio. Keime
Überlebenszeit:	48 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	41,8 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 2 und 3 auf Seiten 73 und 74)

Dieses Kalb nahm am ersten Tag 4657 Wasser mit der Austauschmilch auf. Am zweiten verweigerte es die weitere Nahrungsaufnahme. An beiden Tagen trank es außerdem je 2,9 l Wasser. Die gesamte Wasseraufnahme war an beiden Tagen geringer als die Flüssigkeitsverluste, am zweiten Tag entstand ein Flüssigkeitsdefizit von 4,3 l. Der durchschnittliche Flüssigkeitsnettoverlust war bei diesem Tier mit 41,8 g pro kg Körpergewicht und Tag größer als bei den anderen acht Kälbern, die für diesen Versuch herangezogen wurden.

Am ersten Tag betrug die Kotmenge 3256 g (3043 g Wasser); sie erhöhte sich am folgenden Tag nur noch geringfügig auf 3346 g (3253 g Wasser). Das Harnvolumen reduzierte sich von 3250 ml auf 850 ml, und die Insensiblen Verluste blieben mit 3664 g und 3117 g an beiden Tagen ziemlich gleich.

Harnbefunde

Trotz der deutlich verminderten Harnmenge erhöhten sich Osmolalität und spezifisches Harngewicht nur von 242 mosmol/kg auf 520 mosmol/kg bzw. von 1,010 g/cm³ auf 1,022 g/cm³. Wie bei den anderen Tieren nahmen auch hier Natrium- und Kallumexkretion

ab, doch fiel bei diesem Probanden der Rückgang der Natriumauscheidung (von 69 mmol auf 36 mmol) und der Kaliumausscheidung (von 198 mmol auf 148 mmol) quantitativ nicht so stark aus. Die Proteinausscheidung lag mit 5190 mg und 5412 mg über den Werten der anderen Versuchstiere.

Blutbefunde

Bei diesem Tier trat mit dem Anstieg des Hämatokrit von 34 % auf 53 % eine starke Hämokonzentration ein; analog dazu erhöhten sich der Hämoglobingehalt und die Erythrozytenzahl. Die Natriumkonzentration des Serums lag bei der letzten Messung mit 145 mmol/l um 4 mmol über dem Ausgangswert; die Kaliumkonzentration erhöhte sich von 4,6 mmol/l auf 5,5 mmol/l, während sich der Chloridspiegel gegenüber dem zum Zeitpunkt der Infektion nicht veränderte. Mit einem Abfall der Bikarbonatmenge von 24 mmol/l auf 14 mmol/l und des pH von 7,26 auf 7,00 trat eine schwere metabolische Azidose auf.

Die Serum-Proteinkonzentration veränderte sich trotz der Erhöhung des Hämatokritwertes kaum, der Blutzuckerspiegel betrug indessen kurz vor dem Tod nur noch 10 mg/100 ml. Die Gehalte an Harnstoff und Kreatinin erhöhten sich koinzidierend mit dem Anstieg des Hämatokrit auf 91 mg/100 ml bzw. 8,18 mg/100 ml. Der Lactatspiegel stieg von 5,8 auf 133 mg/100 ml, und die Pyruvatmenge erhöhte sich von 0,53 mg auf 2,74 mg/100 ml. Wie bei Kalb Nr. 4 und Nr. 5 trat auch bei diesem Tier mit zuletzt 3400 Leukozyten/ μ l eine Leukopenie auf. Die Osmolalität des Serums erhöhte sich, wie schon der gestiegene Natriumspiegel vermuten läßt, auf 290 mosmol/kg. Bilirubin erreichte einen Maximalwert von 0,73 mg, lag bei der letzten Messung aber wieder bei 0,50 mg/100 ml. Die Fibrinogenkonzentration erfuhr einen Anstieg von 180 mg/100 ml auf 704 mg/100 ml.

Alle im Verlauf der Untersuchung erhaltenen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 31, 32 und 33 zu entnehmen.

Kalb Nr. 7

Rasse:	Dt. Braunvieh
Gewicht bei Versuchsbeginn:	70,5 kg
Gewicht bei Versuchsende:	66,0 kg
Infektionsdosis:	300 Mio. Keime
Überlebenszeit:	72 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	21,5 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 2 und 3 auf Seiten 73 und 74)

Die Wasseraufnahme mit der Milch reduzierte sich von 8189 g am ersten Tag auf 4357 g und 4554 g an den beiden folgenden Tagen. Die Trinkwasseraufnahme erhöhte sich von 0,4 l über 2,4 l auf 3,1 l. Obwohl das Kalb vermehrt Wasser trank, überstieg die Flüssigkeitsaufnahme nur am ersten Tag den Flüssigkeitsverlust.

Die Kotmenge stieg von 1093 g mit 947 g Wasseranteil am ersten bis auf 5334 g mit 5003 g Wasseranteil am dritten Tag an; das Harnvolumen sank gleichzeitig von 1945 ml auf 740 ml. Die insensiblen Verluste beliefen sich an den ersten beiden Tagen auf 3947 g und 3936 g und erhöhten sich am dritten Tag auf 5271 g.

Harnbefunde

Harnosmolalität und spezifisches Gewicht stiegen von 305 mosmol/kg auf 1440 mosmol/kg und von 1,008 g/cm³ auf 1,037 g/cm³.

Die renale Ausscheidung von Natrium sank von 50 mmol auf 3,3 mmol und die von Kalium von 189 mmol auf 112 mmol ab. Die Proteinausscheidung mit dem Harn erhöhte sich von 747 mg auf 1209 mg.

Blutbefunde

Der Hämatokrit erhöhte sich von 33 % auf 39 %, parallel dazu stiegen Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl an. Von den Serum-elektrolyten verminderte sich der Natriumgehalt von 144 mmol/l auf 128 mmol/l und der des Kaliums von 5,3 mmol/l auf 4,6 mmol/l, während der Chloridspiegel nach 72 Stunden eine Konzentration wie zu Versuchsbeginn, nämlich von 94 mmol/l, aufwies. Die Konzentration von Bikarbonat und der Blut-pH ermäßigten sich von 30 mmol/l und 7,34 auf 26 mmol/l und 7,32, wobei der pH-Wert nach 24 Stunden einmal 7,37 erreichte.

Der Serum-Proteingehalt verringerte sich von 5,4 g/100 ml auf 3,6 g/100 ml, der Blutzuckerspiegel lag auch noch kurz vor dem Tod bei 100 mg/100 ml. Harnstoff- und Kreatininspiegel blieben unauffällig, dagegen erhöhten sich diejenigen von Lactat von 9,5 mg auf 23,9 mg/100 ml und der des Pyruvates von 0,95 mg auf 2,05 mg/100 ml.

Von 8300 Leukozyten/ μ l ausgehend, entwickelte sich bei diesem Tier nach 72 Stunden eine Leukozytose mit 21400 Leukozyten/ μ l. Die Serumsmolalität sank auf 262 mosmol/kg ab, die Bilirubinmenge stieg auf 0,56 mg/100 ml an und der Fibrinogenspiegel nahm von 580 mg/100 ml zum Zeitpunkt der Infektion auf 284 mg/100 ml nach drei Tagen ab.

Die im Verlauf der Untersuchung gewonnenen einzelnen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 32, 33 und 34 zu entnehmen.

Kalb Nr. 8

Rasse:	Dt. Fleckvieh
Gewicht vor Versuchsbeginn:	87,5 kg
Gewicht bei Versuchsende:	78,5 kg
Infektionsdosis:	50 Mio. Keime
Überlebenszeit:	127 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	19,3 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 2 und 3 auf Seiten 73 und 74)

Am ersten Tag nahm Kalb Nr. 8 7052 g Wasser mit der Milch auf, an den folgenden Tagen noch 2248 g und 3051 g und am vierten nur 441 g. In den letzten 31 Lebensstunden verweigerte es die weitere Nahrungsaufnahme. Während es in den ersten 24 Stunden kein zusätzliches Wasser trank, nahm es am 2. Tag 4,0 l, am 4. Tag 5,0 l und am 5. Tag 3,1 l auf. In den letzten sieben Stunden vor dem Tod trank das Kalb weder Wasser noch Milch, so daß in diesem Zeitraum überhaupt keine Flüssigkeitsaufnahme mehr zu verzeichnen war. Die gesamte Wasseraufnahme war nur an einem Tag größer als die Wasserausscheidung, und der durchschnittliche Flüssigkeitsnettoverlust belief sich auf 19,3 g pro kg Körpergewicht und Tag. Die Kotmenge stieg von 219 g (158 g Wasseranteil) bis auf 1920 g (1893 g Wasser) am 4. Tag, in den restlichen Lebensstunden ging der Kotabsatz wieder zurück. Der makroskopischen Beurteilung nach bestand der Kot in dieser Zeit nur aus Fibrinflocken und -strängen. Das Harnvolumen sank von anfangs 3170 ml bis auf 645 ml am fünften Versuchstag. Für die letzten sieben Stunden wurde ein Harnabsatz von 260 ml gemessen. Die insensiblen Verluste waren an den ersten beiden Tagen mit 4684 g und 7994 g am höchsten, an den folgenden Tagen schwankten sie zwischen 2,5 l und 3,3 l.

Bei der relativen Verteilung der Flüssigkeitsverluste war bei diesem Kalb der insensible Anteil zu jedem Zeitpunkt prozentual am höchsten, während sich der Verlust über das Kotwasser anteil-

mäßig vergrößerte und der über den Harn entsprechend verminderte.

Harnbefunde

Mit sinkender Harnmenge stiegen Osmolalität und spezifisches Harngewicht bis auf 1286 mosmol/kg und 1,035 g/cm³ an. Osmolalität und spezifisches Gewicht des Harnes, der in den letzten sieben Stunden abgesetzt wurde, waren wieder geringer und lagen bei 660 mosmol/kg und 1,021 g/cm³. Sowohl die renale Natrium- als auch die Kaliumausscheidung nahmen ab, bei Natrium von 60 mmol auf 2,3 mmol und bei Kalium von 230 mmol auf 17 mmol. Die Proteinausscheidung mit dem Harn schwankte zwischen 653 mg und 269 mg pro Tag.

Blutbefunde

Der Hämatokrit erhöhte sich von 29 % auf 35 %, Erythrozytenzahl und Hämoglobingehalt stiegen dementsprechend an. Die Konzentrationen der Serumelektrolyte verminderten sich, und zwar bei Natrium von 142 mmol/l auf 129 mmol/l, bei Kalium von 4,8 mmol/l auf 4,2 mmol/l und bei Chlorid von 97 mmol/l auf 85 mmol/l.

Für Bikarbonat und Blut-pH liegen von diesem Tier für die letzten beiden Tage leider keine Daten vor, der pH lag jedoch nach 48 Stunden mit 7,43 im alkalotischen Bereich. Der Serum-Proteingehalt verringerte sich von 4,5 g/100 ml auf 3,9 g/100 ml; ebenso sank der Blutzuckerspiegel: von 108 mg auf 45 mg/100 ml. Harnstoff- und Kreatininkonzentration lagen nach 120 Stunden bei Werten von 102 mg/100 ml bzw. 1,68 mg/100 ml. Der Lactatgehalt schwankte stark, er fiel von 11,9 mg zum Zeitpunkt der Infektion auf 5,5 mg/100 ml nach 48 Stunden. Nach weiteren 24 Stunden hatte er 28,2 mg/100 ml erreicht und nach 120 Stunden lag er bei 9,1 mg/100 ml. Der Pyruvat Spiegel verringerte sich ebenfalls, und zwar von 0,74 mg auf 0,37 mg/100 ml im Laufe von 48 Stunden; nach 96 Stunden war er wieder auf 1,40 mg/100 ml angestiegen, und bei der letzten Messung lag er bei 0,99 mg/100 ml. Die Leukozytenzahl erhöhte sich von 3400/μl auf

16200/ μ l, die Serum-Osmolalität ermäßigte sich von 285 mosmol/kg auf 274 mosmol/kg. Der Bilirubingehalt erreichte am 3. Tag post infectionem mit 1,01 mg/100 ml das Maximum, nach fünf Tagen lag er bei 0,55 mg/100 ml. Der Fibrinogenspiegel stieg innerhalb von 96 Stunden von 160 auf 680 mg/100 ml, 24 Stunden später belief er sich auf 568 mg/100 ml.

Die im Verlauf der Untersuchungen gewonnenen einzelnen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 35, 36 und 37 zu entnehmen.

Kalb Nr. 9

Rasse:	Dt. Schwarzbunt
Gewicht bei Versuchsbeginn:	59,5 kg
Gewicht bei Versuchsende:	52,5 kg
Infektionsdosis:	5 Mio. Keime
Überlebenszeit:	144 Stunden
Durchschnittl. Flüssigkeits- nettoverlust:	21,0 g/kg KGW/d

Flüssigkeitsbilanz (siehe auch Abbildungen 2 und 3 auf Seiten 73 und 74)

Die Wasseraufnahme mit der Milch verringerte sich von 7976 g bis zum dritten Tag auf 3297 g. Am vierten Tag betrug sie 904 g, stieg noch einmal auf 3726 g und erreichte am 6. Versuchstag nur noch 179 g. An den ersten beiden Tagen trank das Kalb kein Wasser, am 3. und 4. Tag 3,5 l und 2,9 l. Am 5. Tag, als die Milchaufnahme noch einmal kräftig gestiegen war, trank es ebenfalls kein Wasser, am letzten Tag wieder 3,4 l. Die gesamte Flüssigkeitsaufnahme war nur am ersten und dritten Tag größer als die Ausscheidung, ansonsten herrschte ein Defizit mit einem durchschnittlichen Nettoverlust von 21,0 g Flüssigkeit pro kg Körpergewicht und Tag.

Infolge der niedrigen Infektionsdosis stieg die Kotmenge von 186 g am ersten Tag nur langsam über 458 g am zweiten bis auf 2409 g (2288 g Wasseranteil) am fünften Tag. Für den letzten Versuchstag belief sie sich auf 1393 g mit einem Wasseranteil von 1289 g. Das Harnvolumen reduzierte sich von 3260 ml und 2000 ml an den ersten beiden Tagen auf Mengen von 740 ml und 900 ml für die folgenden vier Tage. Die insensiblen Verluste schwankten zwischen 2,9 l und 4,3 l pro Tag, die höchste Menge von 4,3 l wurde für den letzten Versuchstag ermittelt.

Auch bei diesem Kalb war der insensible Verlust prozentual in jeder Meßperiode am größten, während sich die Anteile von Kotwasser und Harn umkehrten.

Harnbefunde

Harnosmolalität und spezifisches Gewicht nahmen zu, wobei die Osmolalität kein einziges Mal die Marke von 1000 mosmol/kg überschritt und als höchsten Wert am 6. Tag 846 mosmol/kg aufwies. Das spezifische Harngewicht stieg von 1,005 g/cm³ auf 1,027 g/cm³. Die Natrium- und Kaliumexkretion über die Niere nahm nach dem üblichen Muster ab; die Proteinausscheidung war mit Mengen zwischen 257 mg und 1293 mg pro Tag sehr unterschiedlich.

Blutbefunde

Der Hämatokrit erhöhte sich von 24 % auf 28 %, entsprechend gering stiegen auch Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl an. Die Natriumkonzentration sank von 143 mmol/l auf 129 mmol/l und auch die Kaliumkonzentration lag stets unter dem Ausgangswert von 5,0 mmol/l. Bei der letzten Messung belief sie sich auf 4,9 mmol/l. Die Chloridkonzentration war stärkeren Schwankungen unterworfen. Sie stieg von 83 mmol/l auf 102 mmol/l und ging bis Versuchsende wieder auf 78 mmol/l zurück. Bikarbonat und pH ermäßigten sich von 24 mmol/l und 7,29 bis auf 20 mmol/l und 7,23 nach 144 Stunden. Die Serum-Proteinkonzentration fiel von 4,9 g auf 4,5 g/100 ml, zwischenzeitlich erreichte sie nach 24 Stunden sogar 5,7 g/100 ml. Der Blutzuckerspiegel sank innerhalb von fünf Tagen von 110 mg/100 ml auf 55 mg/100 ml ab, in den folgenden 24 Stunden stieg er wieder auf 73 mg/100 ml an.

Harnstoff- und Kreatininkonzentration blieben bis zum 5. Tag im Normalbereich, erst am letzten Versuchstag erreichten sie Werte von 70 mg/100 ml bzw. 1,44 mg/100 ml. Der Lactatspiegel erhöhte sich kontinuierlich von 2,3 mg auf 41 mg/100 ml, ebenso die Pyruvatkonzentration: von 0,3 mg auf 1,27 mg/100 ml.

Die Leukozytenzahl überschritt bei einem Ausgangswert von 8700/μl am 4. und 5. Tag 10000/μl und lag zu Versuchsende bei 8300/μl. Die Serumosmolalität fiel von 287 mosmol/kg auf 251 mosmol/kg, der Bilirubingehalt erhöhte sich innerhalb von drei

Tagen von 0,44 mg/100 ml auf 1,32 mg/100 ml und sank bis zum 6. Tag wieder auf 0,68 mg/100 ml ab. Die Fibrinogenkonzentration erhöhte sich stetig: von 270 mg/100 ml auf 782 mg/100 ml.

Die im Verlauf der Untersuchung erhaltenen Meßwerte sind im Anhang den Tabellen 36, 38 und 39 zu entnehmen.

Abbildung 1

Auf der Abszisse ist der Beobachtungszeitraum post infectionem (in Stunden) dargestellt

Kalb Nr. 1

Kalb Nr. 2

Kalb Nr. 3

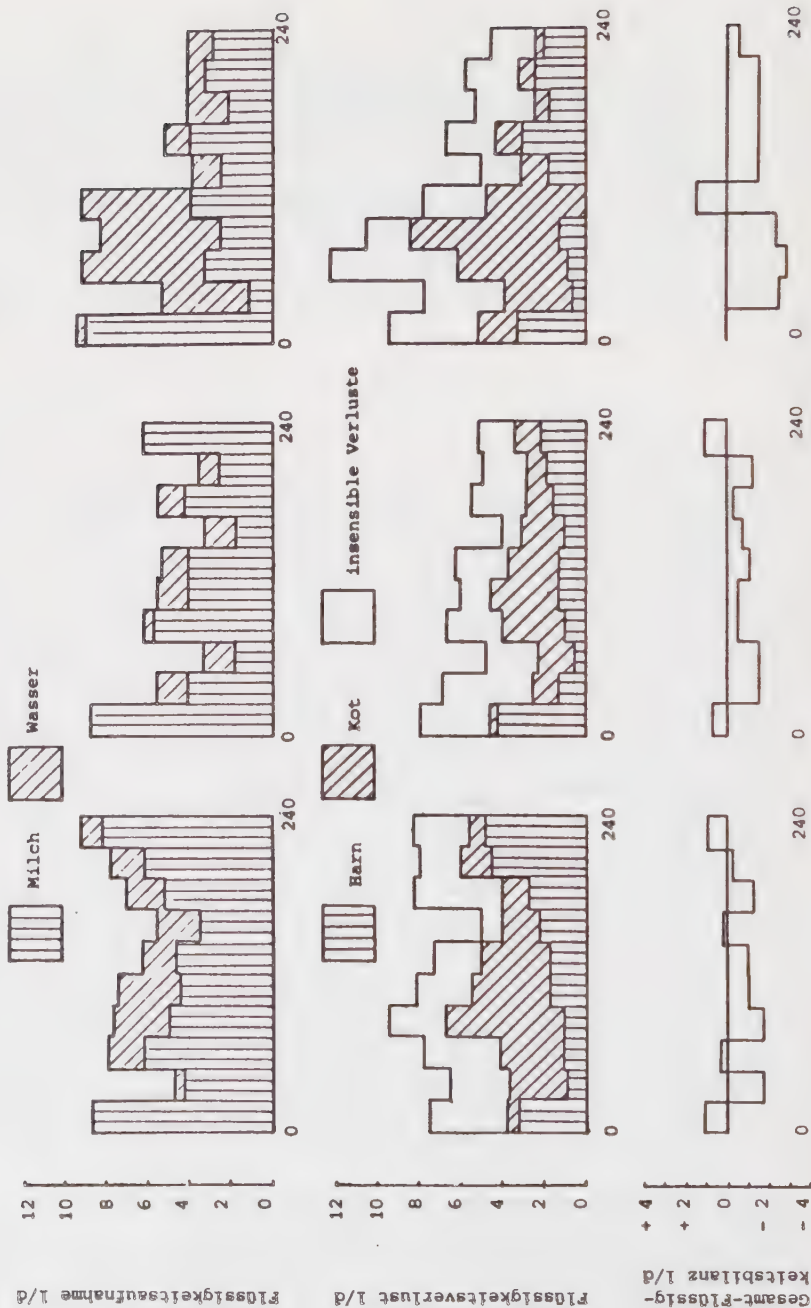


Abbildung 2

Auf der Abszisse ist der Beobachtungszeitraum post infectionem (in Stunden) dargestellt

Kalb Nr. 9

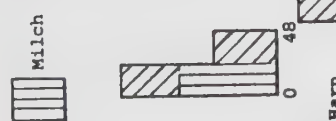
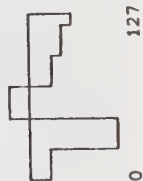
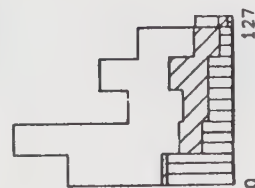
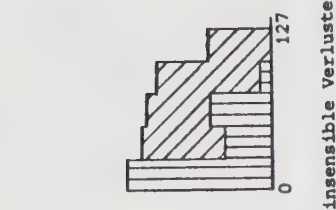
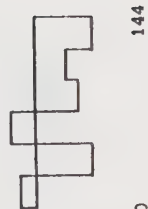
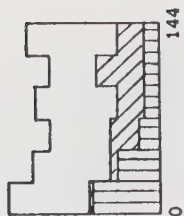
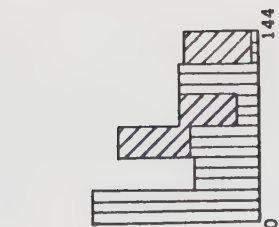
Kalb Nr. 8

Kalb Nr. 7

Kalb Nr. 6

Kalb Nr. 5

Kalb Nr. 4



Flüssigkeitseinnahme l/d

Flüssigkeitsverlust l/d

Gesamt-Flüssigkeitsbilanz l/d



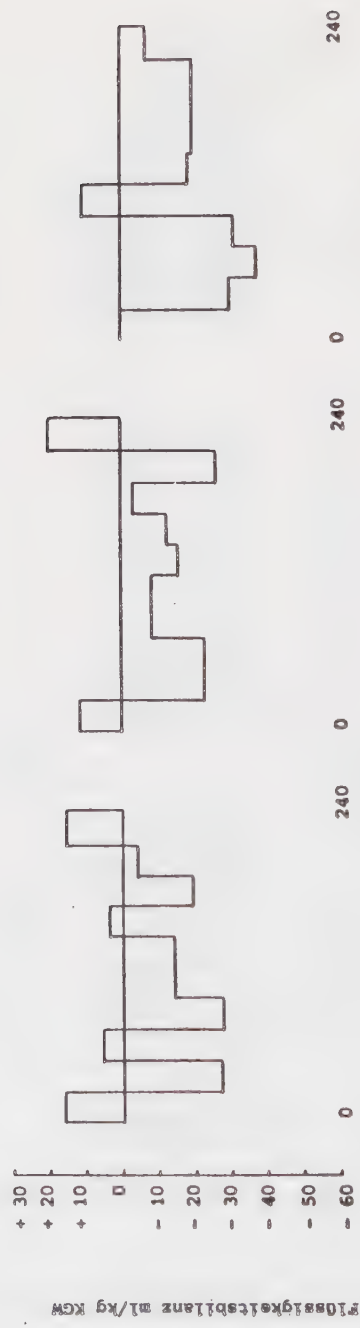
Insensible Verluste

Abbildung 3
Auf der Abszisse ist der Beobachtungszeitraum post infectionem (in Stunden) dargestellt

Kalb Nr. 3

Kalb Nr. 2

Kalb Nr. 1



Kalb Nr. 9

Kalb Nr. 8

Kalb Nr. 7

Kalb Nr. 6

Kalb Nr. 5

Kalb Nr. 4



DISKUSSION

Auf diesem Wege sollte der Einblick in die Pathogenese des Leidens erweitert und damit auch ein besserer Ansatz für Therapie und Prophylaxe der Erkrankung gefunden werden. Außerdem war zu erhoffen, daß die Untersuchung wesentliche Unterscheidungskriterien zwischen enteroinvasiver und enterotoxischer Diarrhoe liefern würde.

Ziel dieser Untersuchung war es, die Auswirkungen der akuten Salmonellose auf den Flüssigkeitshaushalt des betroffenen Tieres sowie auf dessen zelluläre und chemische Blutzusammensetzung zu ermitteln.

Flüssigkeitsbilanz

Während die Kälber auf die Infektion mit Keimen des *Salmonella typhimurium*-Stammes L₁ die folgende Mahlzeit noch fast vollständig aufnahmen, reduzierten sie später mit schlechter werdendem Allgemeinbefinden die Nahrungsaufnahme. Für die erste vierundzwanzigstündige Meßperiode entsprach die Futteraufnahme noch der Menge, die bei normaler Aufzucht mit Austauschmilch erzielt wird. Zum Ausgleich für das in der Folgezeit entstandene Flüssigkeitsdefizit tranken sie in verstärktem Ausmaß Wasser; die pro Tag gemessenen Mengen stiegen auf bis zu 6,1 l an. Trotzdem konnte dadurch, wie die bis auf wenige Ausnahmen fast täglich ermittelten Gewichtsverluste verdeutlichen, ein Nettoverlust an Flüssigkeit nicht verhindert werden. Die Kotmengen, die innerhalb einer Meßperiode abgesetzt wurden, stiegen rapide an und erreichten im Höchstfall 7544 g mit einem Wassergehalt von 95,1 %. Zum Ausgleich für die starken enteralen Flüssigkeitsverluste wurde das Volumen des ursprünglich hypotonen Harns, wie er gewöhnlich bei Milchmast produziert wird, bei gleichzeitiger Harnkonzentrierung verringert. Im Verlauf der Diarrhoe ging das Harnvolumen, das am ersten Tag zum Teil über 4 l betrug, auf 1000 ml und (in Einzelfällen) noch weniger zurück. Als Kompensationsmaßnahme für die Wasserverluste über den Darm reichte

dies aber nicht aus. So war die Summe der Wasseraufnahme mit Milch und Trinkwasser, mit Ausnahme einiger Meßperioden, in denen die betreffenden Tiere schon in der Agonie lagen, stets höher als die direkt meßbare Wasserausscheidung über Kot und Harn. Einen erheblichen Anteil an den Flüssigkeitsverlusten hatte die Wasserabgabe über Atemluft und Haut, und bei ihrer Einbeziehung in die Berechnung überwiegen die Wasserverluste die Wasseraufnahme. So erwiesen sich die insensiblen Verluste bei der Salmonellose als quantitativ ebenso bedeutend wie die Flüssigkeitsausscheidung über Kot und Harn.

Bei einzelnen Versuchstieren betrugen die Insensiblen Verluste mehr als die Hälfte der gesamten Wasserausscheidung.

Mit der Verminderung des Harnvolumens veränderten sich die physikalischen Harneigenschaften: Osmolalität und spezifisches Harngewicht stiegen an.

Bei allen Tieren nahm die renale Natriumausscheidung rapide ab, nach Einsetzen des Durchfalls wurde ein fast natriumfreier Harn abgesetzt. Die Kaliumexkretion reduzierte sich ebenfalls. Genesene Tiere, die gegen Versuchsende wieder vermehrt Trockensubstanz aufnahmen, schieden nach Abklingen der massiven Diarrhoe wieder mehr Kalium aus. Die Proteinausscheidung mit dem Harn zeigte kein bestimmtes Verlaufsmuster.

Bei allen neun Tieren entstand, über die gesamte Versuchs- bzw. Überlebenszeit gerechnet, ein Nettoflüssigkeitsverlust. Bei den drei überlebenden Kälbern belief er sich auf 6,7 g/kg KGW/d, 8,9 g/kg KGW/d und 16,5 g/kg KGW/d. Die beiden Tiere, die nach perakutem Verlauf gestorben waren, verloren 12,2 g/kg KGW/d und 21,9 g/kg KGW/d, und die Kälber, die nach einer akuten Enteritis verendeten, zeigten mit 19,3 g, 21,0 g, 21,5 g und 41,8 g/kg KGW/d die größte Variation.

Eine vergleichbare Untersuchung über die Flüssigkeitsbilanz bei der Salmonellose liegt nur von FISHER und MARTINEZ (1975b) vor. Diese beiden Autoren ermittelten bei überlebenden Kälbern

eine negative Wasserbilanz von 5,3 g/kg KGW/d und bei Tieren, die starben, eine von 37,0 g/kg KGW/d.

In der vorliegenden Untersuchung waren somit für überlebende Kälber durchweg höhere und bei Fällen mit Exitus (bis auf eine Ausnahme) geringere Mengen gemessen worden. Diese Unterschiede lassen sich auf die Versuchsmethodik von FISHER und MARTINEZ zurückführen. Sie untersuchten Tiere mit natürlichen Infektionen, bei denen die Höhe der Infektionsdosis nicht bekannt war. Im Gegensatz dazu wurden die in dieser Arbeit verwendeten Kälber experimentell mit Keimzahlen von bis zu 800 Millionen infiziert. Da nach Angabe von WOOLCOCK (1979) 99 % der aufgenommenen Keime wieder mit dem Kot ausgeschieden werden und nur ein Prozent haftet und sich vermehrt, ist bei einer hohen Infektionsdosis auch eine entsprechend starke Reaktion zu erwarten. Außerdem machen RAETTIG et al. (1972) und HESS (1979) darauf aufmerksam, daß nicht nur Infektionsdosis und Virulenz der Keime die Intensität der Krankheitssymptome bestimmen, sondern auch die individuelle Konstitution des Tieres. Die wichtigste Ursache für die festgestellten Differenzen ist aber, daß FISHER und MARTINEZ ihren Versuchstieren als einzige Möglichkeit zur Wasseraufnahme Milchaustauschfutter in Höhe von 10 % des Körpergewichts anboten, welches dann nicht einmal vollständig verzehrt wurde. Angesichts der Tatsache, daß nach der vorliegenden Untersuchung die Trinkwasseraufnahme stark zunahm und einen Großteil der gesamten Wasseraufnahme ausmachte, wird deutlich, daß durch die Vorenthaltung von Trinkwasser das Flüssigkeitsdefizit noch vergrößert wurde.

Eine gewisse Übereinstimmung besteht bei den Ergebnissen über die Verteilung der Flüssigkeitsverluste auf Kotwasser, Harn und insensiblen Weg. Während FISHER und MARTINEZ die Kotwasserverluste bei Kälbern, die genasen, mit 36,8 g/kg KGW/d beziffern, lauten die entsprechenden Werte für die Kälber Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 3 auf 35,7 g, 29,0 g und 34,6 g pro kg Körpergewicht und Tag. Für verendete Tiere nennen sie enterale Wasserverluste von durchschnittlich 57,9 g/kg KGW/d. Dagegen schieden in den eigenen Untersuchungen drei der sechs gestorbenen Tiere

jeweils zwischen 39 g und 43 g/kg KGW/d aus, es wurden in zwei Fällen weit davon abweichende Werte von 14,0 g bzw. 75,6 g/kg KGW/d gemessen.

Die Harnvolumina betragen nach FISHER und MARTINEZ 33,8 ml (überlebende Tiere) und 16,8 ml/kg KGW/d (verendete Tiere). In dieser Untersuchung wurden für überlebende Kälber 36,5 ml, 27,0 ml und 22,5 ml/kg KGW/d ermittelt, bei den Fällen mit Exitus variierte die Harnmenge von 17,5 ml bis 40,3 ml/kg KGW/d.

FISHER und MARTINEZ geben für beide Verlaufsformen einen insensiblen Flüssigkeitsverlust von 31,0 ml/kg KGW/d an, in den eigenen Untersuchungen waren die insensiblen Verluste durchweg höher. Bei den drei überlebenden Tieren waren sie im zehntägigen Durchschnitt mit 43,4 g, 42,9 g und 42,5 g/kg KGW/d identisch, bei den Fällen mit Exitus reichten sie von 41,9 g bis 84,3 g/kg KGW/d.

Es liegen zwar etliche Literaturangaben über die Flüssigkeitsbilanz bei der Neugeborenenruhr vor, doch ist es problematisch, anhand dieser Angaben eine definitive Aussage zu machen, ob nun bei der Salmonellose oder der neonatalen Ruhr der Flüssigkeitshaushalt stärker gestört wird.

Material und Methodik sowie die Ätiologie des Durchfalls waren bei diesen Untersuchungen sehr unterschiedlich.

Wenn man nur die Kotsausscheidung betrachtet, scheint diese bei der Coll-Enteritis höher zu sein. WARD (1976) infizierte seine Versuchstiere experimentell mit Infektionsdosen bis zu 10^{12} Keimen und maß während der Erkrankung eine durchschnittliche Kotmenge von 5638 g/d, die damit auf jeden Fall über der Kotsausscheidung liegt, die in den eigenen Untersuchungen bei den an Salmonellose erkrankten Kälbern gemessen wurde. Auch PHILLIPS et al. (1971) (95,2 g/kg KGW/d) und LEWIS und PHILLIPS (1972) (129,8 g/kg KGW/d) ermittelten nach experimenteller Gärungsruhr bzw. Virusinfektion eine höhere Kotmenge.

Graduelle Unterschiede zwischen neonataler Diarrhoe und Salmonellose bestehen hinsichtlich der Entwicklung des Harnvolumens. Nach PHILLIPS et al. (1971), LEWIS und PHILLIPS (1972), FISHER und DE LA FUENTE (1972) sowie FISHER und MARTINEZ (1975a, 1976a) schwankt die Harnmenge zwischen 21,5 ml und 41,9 ml/kg KGW/d, beziehungsweise zwischen 650 ml/d und 1348 ml/d. Entscheidend für den Rückgang der Harnproduktion ist auch nicht das ätiologische Agens, welches den Durchfall auslöst, sondern der Wasserverlust oder -entzug, der zur Verminderung der Harnmenge bei gleichzeitiger Harnkonzentrierung führt (FISHER 1976b, 1977). Nach DALTON (1967) ist schon das neugeborene Kalb zu einer Harnkonzentrierung auf über 1300 mosmol/kg fähig. Er ermittelte dies, nachdem er gesunden Kälbern vier Tage lang Milchnahrung und Wasser entzogen hatte. Das Kalb soll dabei eine Ausnahmestellung einnehmen, denn nach DALTON (1967) besteht für neugeborene Katzen, Hunde und Ratten wegen fehlender funktioneller Reife der Nieren diese Möglichkeit nicht. Die Fähigkeit des Kalbes zur Harnkonzentrierung bestätigt auch KLEE (1986).

Ein erheblicher Unterschied zwischen Salmonellose und Neugeborendiarrhoe scheint bei den insensiblen Verlusten zu bestehen. So beläuft sich dieser bei Durchfallkrankheiten viralen Ursprungs oder bei Coli-Enteritis nach PHILLIPS et al. (1971) auf 16,7 g, nach LEWIS und PHILLIPS (1972) auf 16,8 g und nach FISHER und MARTINEZ (1975a) auf 27,6 g/kg KGW/d.

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit waren die Wasserverluste über Haut und Atmung beträchtlich größer und lagen bei jedem Tier über 41 g/kg KGW/d. Nach WATT (1967) soll das durchfallkranke Kalb bis zu 100 ml Flüssigkeit binnen 12 Stunden verlieren, wobei der größte Teil über den Darm ausgeschieden werden soll.

In der vorliegenden Untersuchung machen dagegen die insensiblen Wasserverluste bei der Salmonellose bis zu 50 % der gesamten Wasserableitung aus. Als Ursache dafür kommt eine erhöhte Wasserverdunstung infolge der gestiegenen Körpertemperatur in Frage,

aber auch eine verstärkte Atemtätigkeit (Kussmaul'sche Atmung) als Folge einer metabolischen Azidose, zu deren Kompensation vermehrt CO_2 abgeatmet wird (FISCHER und BUTTE, 1974). Auf diese Art können erhebliche Flüssigkeitsmengen mit der Expirationsluft verloren gehen. Insgesamt scheinen alle oben genannten Autoren mit ihren Angaben über die insensiblen Verluste etwas niedrig zu liegen, vor allem, wenn man berücksichtigt, daß FINSTERBUSCH und HARTMANN (1982) schon beim gesunden Kalb einen insensiblen Flüssigkeitsverlust von 37,0 g/kg Körpergewicht und Tag ermittelt haben.

Bei der Salmonellose ergeben sich nach Meinung von FISHER und MARTINEZ (1975b) tiefgreifendere Veränderungen im Flüssigkeitshaushalt mit höheren Wasserverlusten als bei der Coli-Enteritis. Jedoch ermittelten PHILLIPS et al. (1971) nach durch Sucrosefütterung induzierter Gärungsdiarrhoe einen Nettowasserverlust von 73,8 g/kg KGW/d, bei Durchfall nach experimenteller Virusinfektion beziffern LEWIS und PHILLIPS (1972) ihn mit 95 g/kg KGW/d. Nach Coronavirus-Infektion haben LEWIS und PHILLIPS (1978) einen Nettowasserverlust von 50 g/kg KGW/d festgestellt.

In der vorliegenden Untersuchung konnte bei keinem Tier ein derart hoher Nettoverlust im Durchschnitt über die gesamte Versuchszeit ermittelt werden. Man kann also die Feststellung treffen, daß, zumindest unter experimentellen Bedingungen, bei Durchfallkrankheiten nichtinvasiver Natur der Nettoflüssigkeitsverlust höher ist als bei einer enteroinvasiv bedingten Diarrhoe, wie sie die Salmonellose darstellt.

Auch die Kotausscheidung scheint bei der Neugeborenenendiarrhoe höher zu sein als bei der Salmonellen-Enteritis. Dafür sind die insensiblen Wasserverluste bei der Salmonellose größer.

Harnbefunde

Bei der physikalischen Harnuntersuchung fällt auf, daß die Kälber höchstens in zwei Meßperioden einen Harn produzierten, der eine Osmolalität von mehr als 1000 mosmol/kg aufwies, obwohl

wegen der weiterhin bestehenden Exsikkose auch an den anderen Versuchstagen eine maximale Harnkonzentrierung zu erwarten gewesen wäre, um dem Organismus möglichst viel Körperwasser zu erhalten. Man könnte daraus ableiten, daß die Konzentrationsfähigkeit der Niere, zumindest bei einer mit Durchfall verbundenen Stoffwechsellage, doch eingeschränkt ist. EIKMAIER (1980) spricht von einer funktionellen Niereninsuffizienz, die sich nach starken Kochsalzverlusten und Flüssigkeitsverarmung einstellt.

Auch FAYET (1968a), FISHER und DE LA FUENTE (1972) sowie THORNTON und ENGLISH (1972) beschreiben bei Durchfallkrankheiten neugeborener Kälber eine Erhöhung der Harnosmolalität.

Die Verringerung der renalen Natrium- und Kaliumausscheidung ist nicht typisch für die Salmonellose. LEWIS und PHILLIPS (1972), FISHER und DE LA FUENTE (1972) und THORNTON und ENGLISH (1972) berichten ebenfalls von der Verminderung der Ausscheidung dieser Elemente im Harn. Die Harnkonzentration dieser Elektrolyte ist von der Versorgungslage des betreffenden Tieres abhängig, und nach den Verlusten von Natrium und Kalium mit dem Darmsaft findet in den Nierentubuli eine weitgehende Rückresorption statt.

Die Proteinausscheidung mit dem Harn lief nach keinem erkennbaren Schema ab; bei demselben Tier schwankte sie oft beträchtlich von Tag zu Tag. Da bei gesunden Kälbern Protein nur spurenweise im Harn vorkommt, kann die hohe Eiweißexkretion bei der Salmonellose als Folge der fieberhaften Allgemeinerkrankung aufgefaßt werden (GRÜNDER, 1977).

Blutveränderungen

Im Gegensatz zu WRAY (1980), der bei an Salmonellose erkrankten, aber überlebenden Kälbern keine Veränderung des Hämatokritwertes festgestellt hatte, sowie abweichend von den Untersuchungsergebnissen von SEITZ (1983), denen zufolge der Hämatokrit trotz

massiven Durchfalls linear absinkt, lagen hier bei zwei der spontan genesenen Tiere Hämatokrit, Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl bei Versuchsende nach zehn Tagen zwar unter dem Ausgangswert, doch wurde zwischenzeitlich während der Phase des stärksten Durchfalls eine Hämokonzentration festgestellt. Gleiche Befunde beschreiben auch MANOIU et al. (1980) bei Tieren, die eine Salmonelleninfektion überstehen. Bei dem dritten überlebenden Kalb war die Hämokonzentration beachtlich und lag zum Schluß immer noch über dem Ausgangswert zum Zeitpunkt der Infektion. Bei diesen Tieren haben sich die starken Flüssigkeitsverluste also zumindest zeitweise auf das Intravasalvolumen ausgewirkt. Vereinzelt wurden Blutkoagula makroskopisch in den Faeces erkannt, so daß dieser enterale Blutverlust zumindest teilweise für die anschließende Abnahme von Hämatokrit, Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl verantwortlich gemacht werden kann. Eine sichtbare Färbung des Kotwassers durch Hämoglobin, wie sie FISHER und MARTINEZ (1975b) beschreiben, konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Dagegen erhöhten sich diese drei Parameter stetig bei allen nicht überlebenden Tieren, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Am deutlichsten geschah dies bei dem nach 48 Stunden verendeten Kalb Nr. 6. Es ist anzunehmen, daß bei diesen Tieren die Blutungsanämie durch eine starke Hämokonzentration verdeckt worden ist. HALL et al. (1980) und TRUNIGER (1974) weisen darauf hin, daß akute Veränderungen des Hämoglobin- und Erythrozytenbestandes den Hämatokritwert und den Hämoglobingehalt als Index für Veränderungen des Intravasalvolumens wertlos machen.

Von den Serumelektrolyten verminderte sich der Natriumgehalt bei allen drei überlebenden Kälbern, besonders stark nach dem 3. bis 5. Tag post infectionem. Bei den Tieren mit perakutem Krankheitsverlauf blieb die Natriumkonzentration annähernd konstant, bei drei der vier Kälber, bei denen die akute Enteritis zum Tode führte, stellte sich ebenfalls eine Verringerung des Natriumgehalts ein, nur bei dem nach 48 Stunden gestorbenen Kalb erhöhte er sich leicht. Alle Autoren, die bisher Angaben über den Verlauf der Natriumkonzentration gemacht haben, be-

schreiben als Folge der Salmonellenenteritis auch eine Hyponatriämie, und zwar sowohl bei Kälbern als auch bei anderen Spezies.

Nach TENNANT et al. (1972) weist das Kotwasser durchfallkranker Kälber beinahe die gleiche Osmolalität wie das Plasma auf, so daß man annehmen darf, daß auch bei der Salmonellose ein beachtlicher Natriumverlust auf enteralem Weg erfolgt.

Der Verlauf der Kaliumkonzentration war uneinheitlich. Während bei allen Überlebenden und drei der später gestorbenen Kälber eine minimale Abnahme zu verzeichnen war oder keine Veränderung auftrat, stieg sie bei den beiden Tieren mit perakutem Krankheitsverlauf bis auf 6,4 mmol/l an. Ein Zusammenhang zwischen pH und Kaliumkonzentration, wie er von zahlreichen Autoren (FISHER, 1965; FISHER und McEWAN, 1967; TENNANT et al., 1972; LEWIS und PHILLIPS, 1973) beschrieben wird, war dabei nicht zu erkennen, der pH lag zu diesem Zeitpunkt bei 7,32. Eine mäßige Erhöhung gab es bei Kalb Nr. 6, das vor dem Tod zwar einen pH von 7,00, aber eine Kaliumkonzentration von nur 5,5 mmol/l aufwies.

Wenn also bei den meisten Tieren, die überlebten oder erst nach längerer Krankheitsdauer starben, keine Hyperkaliämie auftrat, ist dies als Ausdruck eines durch den Durchfall entstandenen absoluten Kaliummangels zu betrachten. Daneben führen STÖBER und GRÜNDER (1977) an, daß es bei Kälbern mit enteritisbedingter Azidose zu einer Hypokaliämie kommen kann.

Die Chloridkonzentration des Serums war nur von der Krankheitsdauer abhängig. Bei den Kälbern, bei denen der Tod bis zu 72 Stunden nach der Infektion eintrat, blieb der Chloridspiegel unauffällig, bei den überlebenden Tieren zeigte er sinkende Tendenz, und die stärkste Abnahme der Chloridkonzentration wurde bei den Kälbern festgestellt, die an akuter Enteritis litten und bis zu 144 Stunden überlebten. Insgesamt verliefen die Veränderungen der Chloridkonzentration parallel zu denen der Natrium-

konzentration, ein gegenläufiges Verhalten konnte nicht festgestellt werden.

Nicht einheitlich war der Verlauf der Parameter, die den Säure-Basen-Haushalt betreffen. Bei den genesenen Kälbern Nr. 1 und Nr. 2, den beiden Tieren mit perakutem Verlauf sowie bei drei der vier Kälber, die nach akuter Enteritis starben, kam es zu einer Abnahme von pH und Bikarbonat, diese war aber nur gering und die entstandene Azidose im Grunde nicht lebensbedrohlich. Eine schwere metabolische Azidose mit einem pH von 7,00 und einer Bikarbonatkonzentration von 14 mmol/l war bei Kalb Nr. 6 kurz vor dem Tod zu beobachten. Gleiche Werte erreichte Kalb Nr. 3 sieben Tage nach der Infektion. Trotz dieser extrem niedrigen Werte überlebte das Kalb den Versuch. Der Verlust von Bikarbonat mit den Darmsäften und die daraus folgende Subtraktionsazidose scheint aber nur bei einem kleinen Teil der an akuter Salmonellenenteritis leidenden Kälbern eine Rolle zu spielen. Dieser deckt sich mit den Untersuchungen von SEITZ (1983), der bei 75 % der infizierten Kälber noch 15 Stunden vor dem Tod einen physiologischen Bikarbonatgehalt feststellte. MANOIU et al. (1980) berichten dagegen beim Salmonellose-Kalb von einem beträchtlichen Absinken der Bikarbonatkonzentration, und auch DUNCAN und PRASSE (1977) sowie ROBERTS und O'BOYLE (1982) ermittelten beim an Salmonellose leidenden Pferd eine metabolische Azidose. Dasselbe gilt nach GIANNELLA et al. (1971) und AXON und POOLE (1973) auch für den Menschen.

Der Serum-Proteingehalt zeigte bei allen Kälbern - trotz der teils beachtlichen Hämokonzentration - fallende Tendenz, bei spontan genesenen Tieren stabilisierte er sich und stieg zum Ende der Erkrankung wieder an. Als Ursache für dieses Verhalten kommt ein verstärkter Proteinkatabolismus in Frage. SEITZ (1983) fand auch eine Dysproteinämie mit Verringerung des Albuminanteils, der bei Mangelzuständen als Energiereserve verbraucht wird. Für die Hypoproteinämie kann aber auch ein Eiweißverlust in den entzündungsgeschädigten Darm (enterales Eiweißverlustsyndrom) verantwortlich sein.

Allem Anschein nach war der Blutzuckerspiegel von der Milchaufnahme, genauer gesagt von der Trockensubstanzaufnahme, abhängig. Er schwankte zwar sowohl bei Überlebenden als auch bei den später verendeten Tieren und fiel zeitweise bis auf 40 mg/100 ml ab, eine wirkliche Hypoglykämie mit Erschöpfung der gesamten Glucosevorräte des Körpers wurde aber nur bei Kalb Nr. 6 festgestellt. Es wies nach 48 Stunden Beobachtungszeit kurz vor dem Exitus einen Blutglucosespiegel von 10 mg/100 ml auf. ZWADYK und SNYDER (1973) konnten nachweisen, daß aus *Salmonella typhimurium* isoliertes Endotoxin die Gluconeogenese blockiert, so daß es im Endeffekt offenbleibt, inwieweit der Blutzuckergehalt bei Salmonellose wirklich von der Nahrungsaufnahme beeinflusst wird.

In verschiedenem Ausmaß und offenbar auch aus verschiedener Ursache veränderten sich die Konzentrationen von Harnstoff und Kreatinin. So blieben diese Parameter bei den Tieren mit perakutem Verlauf unauffällig, desgleichen bei Kalb Nr. 7 mit 72 Stunden Überlebenszeit, bei den anderen Tieren, die später verendeten, trat jedoch eine Konzentrationserhöhung ein. Bei den überlebenden Kälbern war der Anstieg bei Kalb Nr. 1 und Kalb Nr. 3 durch die Hämokonzentration bedingt, denn die höchsten Einzelwerte wurden gleichzeitig mit den Maximalwerten des Hämatokrit erreicht. Es handelte sich somit um eine prärenale Urämie. Bei Kalb Nr. 2 wurden die höchsten - wenn auch nur gering erhöhten - Konzentrationen dieser Parameter bei Versuchsende gemessen, als der Hämatokrit schon unter dem Ausgangswert lag. Bei diesem Tier durfte der Anstieg nicht prärenal, sondern eher infolge Niereninsuffizienz entstanden sein.

Von den Produkten des Kohlenhydratstoffwechsels blieb der Lactatgehalt bei den überlebenden Kälbern Nr. 1 und Nr. 2 unauffällig, bei Kalb Nr. 3 wurde eine Erhöhung des Lactatspiegels auf 26 mg festgestellt, jedoch nicht, als der pH mit 7,00 extrem niedrig war. Der Lactatgehalt hatte sich zu diesem Zeitpunkt bereits wieder auf 10 mg/100 ml normalisiert.

Mäßige Erhöhungen und Schwankungen der Lactatkonzentration wurden bei allen später gestorbenen Tieren ermittelt, ein kräftiger Anstieg auf 133 mg/100 ml trat bei Kalb Nr. 6 kurz vor dem Tod auf. Eine Azidose, die durch vermehrte Zufuhr oder Bildung von Säuren, wie z.B. Milchsäure und deren Anion Lactat, entsteht, wird als Additionsazidose bezeichnet. SEUFERT (1979) fand bei Untersuchungen an Menschen einen Zusammenhang zwischen Überlebenschancen und Blutlactatwerten. Demnach beträgt bei Lactatwerten bis 40 mg/100 ml die Letalität 22 % und bis 80 mg/100 ml 73 %. Möglicherweise hat die Lactatazidose einen ähnlichen Einfluß auf die Letalität salmonellosekranker Kälber. COHEN und WOODS (1976) unterscheiden bei der Lactatazidose zwischen einem Typ A, der nach Hypoxie infolge verminderter Perfusion des Gewebes entsteht, und einem Typ B, der auf anderen Ursachen, wie zum Beispiel Organkrankheiten oder Intoxikationen, beruht. Bei den gestorbenen Kälbern ist mit hoher Wahrscheinlichkeit der Typ A aufgetreten, denn bis auf eine Ausnahme wurde der höchste Lactatwert gemeinsam mit dem höchsten Hämatokrit bestimmt.

Die Serumkonzentration an Pyruvat, dem eigentlichen Endprodukt des Kohlenhydratstoffwechsels, blieb bei allen Überlebenden Tieren unauffällig, auch bei Kalb Nr. 3, das sonst durch zahlreiche Extremwerte auffiel; sie erreichte maximal 1,14 mg/100 ml. Bei allen im Laufe der Erkrankung verendenden Tiere erhöhte sich jedoch der Pyruvatspiegel, zum Teil auf mehr als 2 mg/100 ml, auch wenn bei den beiden Tieren, die am sechsten Infektionstag starben, einige Schwankungen auftraten.

Eine ähnliche Beobachtung machte auch SEITZ (1983): der Pyruvatgehalt war bei Überlebenden Tieren ohne Besonderheiten, bei Kälbern mit einer durchschnittlichen Überlebenszeit von 158 Stunden war er aber bei der letzten Messung geringer als bei Tieren, die früher starben. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung kann man dem Pyruvatspiegel prognostische Bedeutung zumessen. Es drängt sich die Annahme auf, daß die Pyruvatkonzentration ein wesentlicher Indikator für die Überlebenschan-

ce eines Tieres ist und schon bei einem geringen Pyruvatanstieg die für den Tod verantwortlichen Mechanismen eintreten.

Laut BERRY et al. (1975) verhindern Salmonellenendotoxine die Synthese des Enzyms Phosphoenolpyruvatcarboxykinase (PEPCK), das bei der Gluconeogenese die Entstehung von Phosphoenolpyruvat aus Oxalazetat katalysiert. Das ist zwar keine Erklärung für die Erhöhung der Pyruvatkonzentration, aber es ist vorstellbar, daß Endotoxine auch andere Enzyme blockieren, wie z. B. die Pyruvatcarboxylase, die die Reaktion Pyruvat Oxalazetat fördert. Eine weitere Möglichkeit der Pyruvatverwertung ist die oxidative Decarboxylierung, wobei an einem Multienzymkomplex aus Pyruvat Acetyl-CoA entsteht. Sowohl Oxalazetat als auch Acetyl-CoA werden in den Citratzyklus eingebracht, aus beiden zusammen entsteht Citrat. Es ist also möglich, daß dieser Stoffwechselweg durch Salmonellenendotoxine beeinflusst wird.

Im Sinne einer Leukozytose veränderte sich die Leukozytenzahl bei überlebenden Kälbern und, in geringerem Ausmaß, bei den Tieren, die länger als 48 Stunden überlebten. Bei den rasch gestorbenen Kälbern kam es zu einem Leukozytensturz, was für einen septikämischen Verlauf spricht, während eine erhöhte Leukozytenzahl eine verstärkte Abwehrreaktion des Körpers verdeutlicht. Bei sechs von den neun Versuchstieren entwickelte sich eine hypotone Deydration mit einer Abnahme der Serumosmolalität. Ausnahmen bildeten die Kälber mit perakutem Verlauf, bei denen die Osmolalität im Normalbereich blieb, und Kalb Nr. 6, bei dem es zu einer Zunahme kam. Bei diesem Tier trat auch als einzigem eine Hypernatriämie auf.

Der Bilirubingehalt war entweder unauffällig oder nur gering gesteigert, nur Kalb Nr. 9 wies mit 1,3 mg/100 ml einen höheren Wert auf. WHITE et al. (1981) machen für diese Steigerung eine intrahepatische Cholestase verantwortlich, die bei der Salmonellose ein häufiger pathologisch-anatomischer Befund ist.

Der Fibrinogenspiegel des Plasmas erhöhte sich bei den überlebenden Tieren quantitativ am stärksten. Diese Werte wurden aber

erst erreicht, als die Krise schon überwunden und die Spontangenesung der Tiere abzusehen war. Bei den nach perakutem Verlauf gestorbenen Tieren trat innerhalb der kurzen Frist zwischen Infektion und Exitus keine wesentliche Änderung ein. Bei drei der nach akuter Enteritis gestorbenen Kälber kam es zu einer Erhöhung des Fibrinogengehalts, bei Kalb Nr. 7 (mit einer Überlebenszeit von 72 Stunden) verringerte er sich. Insgesamt wird deutlich, daß der Anstieg der Fibrinogenkonzentration eine entzündliche Reaktion des Darms anzeigt und somit nicht nur etwa Enterotoxine für die Flüssigkeitssekretion verantwortlich sind. Als Kriterium zur Unterscheidung zwischen Diarrhoen enteroinvasiven und enterotoxischen Ursprungs, so wie es SMITH et al. (1979b) beschreiben, ist dieser Parameter aber nicht unbedingt geeignet. Wird Fibrin am Ort der Entzündung abgelagert, und in diesem Fall wird es in großen Mengen mit dem Kot ausgeschieden, ist während des akuten Durchfalls nicht immer eine deutliche Erhöhung der Fibrinogenkonzentration im Plasma zu erwarten.

ZUSAMMENFASSUNG

Neun männliche Kälber wurden auf oralem Weg mit unterschiedlichen Mengen von Keimen des *Salmonella typhimurium*-Stammes L₁ infiziert. Drei Tiere überlebten die Infektion, zwei starben nach perakutem Verlauf und vier nach akuter Enteritis.

Bei allen Tieren ging die Milchaufnahme zurück, dafür tranken sie vermehrt Wasser, nämlich bis zu 6,1 l pro Tag. Die Entstehung eines Flüssigkeitsdefizits mit Gewichtsverlusten als Folge konnte dadurch aber nicht verhindert werden.

Alle Versuchstiere bekamen Durchfall; die Kotmenge erhöhte sich im Extremfall auf mehr als 7,5 kg/d und der Wasseranteil in den Faeces stieg stark an. Das Harnvolumen wurde auf weniger als 1 l reduziert, gleichzeitig der Harn konzentriert; Osmolalität und spezifisches Harngewicht erhöhten sich auf bis zu 1480 mosmol/kg und 1,037 g/cm³.

Die insensiblen Wasserverluste waren beträchtlich und machten bei einigen Kälbern 50 % der gesamten Flüssigkeitsverluste aus. Insgesamt entstand bei allen Kälbern ein Nettoflüssigkeitsverlust, der sich bei den drei überlebenden Tieren auf 6,7 g, 8,9 g und 16,5 g, bei den nach perakutem Verlauf gestorbenen auf 21,9 g und 12,2 g und bei den nach akuter Enteritis verendeten auf 41,8 g, 21,5 g, 19,3 g und 21,0 g/kg KGW und Tag belief.

Nach einem Vergleich mit den bisherigen Literaturangaben darf man behaupten, daß bei der Salmonellose die Kotausscheidung und die Nettoflüssigkeitsverluste geringer sind als bei der neonatalen Diarrhoe. Bei der Salmonellen-Enteritis scheinen dafür die insensiblen Wasserverluste über Expirationsluft und Haut größer zu sein.

Die Ausscheidung von Natrium und Kalium mit dem Harn war nach Einsetzen des Durchfalls vermindert.

Bei den im Verlauf der Erkrankung gestorbenen Kälbern erhöhten sich Hämatokrit, Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl kontinuierlich bis zum Eintritt des Todes bis auf 53 %, 17,7 g/100 ml und 14,6 Mio./ μ l. Bei den überlebenden Tieren trat zum Teil nur während der Phase des stärksten Durchfalls vorübergehend eine Hämokonzentration auf. Bis auf eine Ausnahme kam es zur Hyponatriämie mit einem Absinken der Natriumkonzentration auf bis zu 118 mmol/l, während die Kaliumkonzentration bei den rasch gestorbenen Kälbern leicht anstieg (auf 6,4 mmol/l), sonst aber minimal abfiel. Die Chloridkonzentration zeigte sinkende Tendenz und fiel teilweise auf 78 mmol/l ab. In der Mehrzahl der Fälle wurde nur eine leichte metabolische Azidose festgestellt, nur zwei Tiere wiesen eine schwere Azidose auf, dabei fiel der pH auf 7,00 ab.

Die Serum-Proteinkonzentration war bei allen Tieren trotz der Hämokonzentration verringert, der Blutzuckerspiegel war schwankend. Die Konzentrationserhöhungen von Harnstoff und Kreatinin traten gleichzeitig mit der Hämokonzentration auf, der Lactat Spiegel war bei den meisten der später verendeten Tiere erhöht, aber auch bei einem der überlebenden. Der Pyruvatgehalt blieb bei den überlebenden Kälbern unauffällig, bei tödlichem Verlauf war er durchweg erhöht. Bei den überlebenden Tieren entstand eine Leukozytose (bis 29400/ μ l), bei den nach kurzer Überlebenszeit gestorbenen Tieren kam es zu einer starken Verminderung der Leukozytenzahl (bis 2400/ μ l). Die Osmolalität des Serums war erniedrigt und sank bis auf 250 mosmol/kg ab, der Bilirubin-gehalt teilweise erhöht (bis 1,32 mg/100 ml). Der Fibrinogenspiegel stieg bei überlebenden und den nach akuter Enteritis verendeten Kälbern auf bis zu 1924 mg/100 ml an, bei den nach perakutem Verlauf gestorbenen Tieren blieb er ohne Erhöhung.

Investigations on changes of blood constituents and metabolism of calves with enteric salmonellosis

S U M M A R Y

Nine male calves of different breeds were infected orally with varying doses of the *Salmonella typhimurium* type L₁.

Two of the animals died after a peracute course and four after acute enteritis; three survived in spite of signs of severe illness.

In all nine calves the milk intake was reduced. They drank more water instead of milk, but development of a negative water balance was not prevented. The animals fell ill with diarrhoea and fever. The quantity of faecal output increased rapidly, and faeces had an elevated water content. The urine volume was decreased, while at the same time the urine was concentrated; the osmolality and the urine specific gravity increased. The insensible water losses were considerable and amounted to 50 % of the total losses of body liquid in some calves.

In summary, all calves developed a net water loss, even when intake of water and milk was partially maintained.

After a comparison with previously published reports one may conclude, that in salmonellosis the faecal output and the net water losses are lower than in neonatal diarrhoea, but that the insensible water losses via exhalation of air and through the skin seem to be quantitatively greater.

The secretion of sodium and potassium in urine was reduced after the onset of diarrhoea. In calves which later died, the hematocrit, hemoglobin and erythrocyte number increased continuously. Surviving calves developed a degree of hemoconcentration, but all three parameters returned to normal. All animals except one developed a hyponatraemia. The calves which died within

48 hours showed a slight hyperkalaemia, while the others had a minimal hypokalaemia.

The chloride concentration generally tended to decrease. In the majority of cases only a slight metabolic acidosis was ascertained; only two animals showed a severe acidosis. The serum protein concentration was reduced in all animals in spite of the hemoconcentration.

The blood glucose concentration varied and seemed to depend on the milk intake. Increase in blood urea and creatinine concentrations appeared simultaneously with hemoconcentration. Lactic acid concentration increased in most of the calves which died later, but also in one surviving animal. The pyruvate concentration was unremarkable in the surviving animals, but was invariably increased in the fatal cases.

The surviving calves developed a leukocytosis, while those that died developed marked leukopenia soon after the onset of illness. The serum osmolality was lowered independent of the course of the illness and the bilirubin level sometimes elevated. The plasma fibrinogen concentration increased, except in the calves which died after peracute course.

SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS

AMSTUTZ, H.E. (1978):

Management of salmonellosis in neonatal calves

J. Am. Vet. Med. Assoc. 173, 608 - 609

ANDRESEN, H.A. (1970):

Evaluation of leukopenia in cattle

J. Am. Vet. Med. Assoc. 156, 858 - 867

AXON, A.T.R. und D.POOLE (1973):

Salmonellosis presenting with cholera-like diarrhoea

Lancet I, 745 - 746

BERRY, L.J., M.W. LANEY und R.N. MOORE (1975):

Effect of endotoxin on metabolism and the metabolic changes
in bacterial shock

in: URBASCHEK, B., R. URBASCHEK und E. NETER (Hrsg.):

Gram-negative bacterial infections and mode of endotoxin actions

Springer Verlag, Wien, New York, S. 270 - 277

BLAXTER, K.L. und W.A. WOOD (1953):

Some observations on the biochemical and physiological events
associated with diarrhoea in calves

Vet. Rec. 65, 889 - 893

BLOOD, O.C., J.A. HENDERSON und O.M. RADOSTITS (1979):

Veterinary Medicine, 5. Aufl.

Bailliere Tindall, London

CARTER, P.B. und F.M. COLLINS (1974):

The route of enteric infection in normal mice

J. Exp. Med. 139, 1189 - 1203

CHATURVEDI, G.C. und V.K. SHARMA (1981):

Cell-mediated immunoprotection in calves immunized with rough
Salmonella dublin

Br. vet. J. 137, 421 - 430

CHURCH, D.C. (1979):

Digestive physiology and nutrition of ruminants
Vol. 2 Nutrition

O & B Books, Corvallis, Oregon, S. 7

COHEN, R.D. und H.F. WOODS (1976):

Clinical and biochemical aspects of lactic acidosis
Blackwell Scientific Publ., Oxford

DALTON, R.G. (1964):

Measurement of body water in calves with urea

Br. vet. J. 120, 378 - 384

DALTON, R.G. (1967):

The effect of starvation on the fluid and electrolyte metabolism
of neonatal calves

Br. vet. J. 123, 237 - 246

DALTON, R.G., E.W. FISHER und W.I.M. McINTYRE (1965):

Changes in blood chemistry, body weight and haematocrit of
calves affected with neonatal diarrhoea

Br. vet. J. 121, 34 - 41

DORN, C.R., J.R. COFFMANN, D.A. SCHMIDT, H.E. GARNER,
J.B. ADDISON und E.L. McCUNE (1975):

Neutropenia and salmonellosis in hospitalized horses

J. Am. Vet. Med. Assoc. 166, 65 - 67

DUNCAN, J.R. und K.W. PRASSE (1977):

Veterinary laboratory medicine

Clinical pathology

Iowa State University Press, Ames, Iowa, S. 202

EIKMAIER, H. (1980):

Therapie innerer Krankheiten der Haustiere, 2. Aufl.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

EK, N. (1972):

The quantitative determination of fibrinogen in normal bovine plasma and in cows with inflammatory conditions
Acta vet. scand. 13, 175 - 184

ELKINTON, J.R. und DANOWSKI, T.S. (1955):

The body fluids

Williams & Wilkins Co

zit. nach FISHER, E.W. und A.A. MARTINEZ (1975a)

ELLENBERGER, H.B., J.A. NEWLANDER und C.H. JONES (1950):

Bull. Vt. agric. Exp. Sta. 558, 1

zit. nach DALTON, R.G. (1964)

FAYET, J.-C. (1968a)

Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée

I. Excretions fécale et urinaire. Evolution de l'appétit et du poids corporel

Réch. vétér. 1, 99 - 108

FAYET, J.-C. (1968b):

Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée

III. Les compartiments liquidiens

Réch. vétér. 1, 117 - 126

FAYET, J.-C. (1971):

Plasma and faecal osmolality, water kinetics and body fluid compartments in neonatal calves with diarrhoea

Br. vet. J. 127, 37 - 44

FINSTERBUSCH, L. und H. HARTMANN (1982):

Untersuchungen zum Flüssigkeitshaushalt des Kalbes.

1. Gleichzeitige Bestimmung der Volumina für das Gesamtkörperwasser und für das Blutplasma mit Hilfe der Isotopenverdünnungsmethode sowie Ergebnisse zur Ausscheidung des Körperwassers

Arch. exp. Veterinärmed. 36, 851 - 862

FISCHER, W. und R. BUTTE (1974):

Vergleichende Untersuchungen des Elektrolyt- und Blutstatus bei gesunden und an Enteritis erkrankten Kälbern

Dtsch. tierärztl. Wschr. 81, 567 - 570

FISHER, E.W. (1965):

Death in neonatal calf diarrhoea

Br. vet. J. 121, 132 - 138

FISHER, E.W. (1977):

Rehydration in calf diarrhoea

Vet. Rec. 101, 227 - 228

FISHER, E.W. und G.H. DE LA FUENTE (1972):

Water and electrolyte studies in newborn calves with particular reference to the effects of diarrhoea

Res. vet. Sci. 13, 315 - 322

FISHER, E.W. und A.A. MARTINEZ (1975a):

Studies of neonatal calf diarrhoea

I. Fluid balance in spontaneous enteric colibacillosis

Br. vet. J. 131, 190 - 204

FISHER, E.W. und A.A. MARTINEZ (1975b):

Studies of neonatal calf diarrhoea

III. Water balance studies in neonatal salmonellosis

Br. vet. J. 131, 643 - 652

FISHER, E.W. und A.A. MARTINEZ (1976a):

Studies of neonatal calf diarrhoea

V. Water balance in calves with mixed infections

Br. vet. J. 132, 127 - 135

FISHER, E.W. und A.A. MARTINEZ (1976b):

Aspects of body fluid dynamics of neonatal calf diarrhoea

Res. vet. Sci. 20, 302 - 305

FISHER, E.W., A.A. MARTINEZ, Z. TRAININ und R. MEIROM (1976):

Studies of neonatal calf diarrhoea

IV. Serum and faecal immune globulins in neonatal salmonellosis

Br. vet. J. 132, 39 - 49

FISHER, E.W. und A.D. McEWAN (1967):

Death in neonatal calf diarrhoea

III. The role of oxygen and potassium

Br. vet. J. 123, 4 - 7

FROMM, D., R.A. GIANNELLA, S.B. FORMAL, R. QUIJANO und
H. COLLINS (1974):

Ion transport across isolated ileal mucosa invaded by *Salmonella*
Gastroenterology 66, 215 - 225

GANGAROSA, E.J. (1977):

Recent developments in diarrheal diseases

Postgrad. Med. 62, 113 - 117

GARRY, F.B. (1984):

Plasma fibrinogen measurement:

Prognostic value in calf bronchopneumonia?

Zbl. Vet. Med. A 31, 361 - 369

GIANNELLA, R.A., S.A. BROITMAN und N. ZAMCHEK (1971):

Salmonella enteritis

II. Fulminant diarrhea in and effects on the small
intestine

Dig. Dis. 16, 1007 - 1013

GIANNELLA, R.A., S.B. FORMAL, G.J. DAMMIN und H. COLLINS (1973a):

Pathogenesis of salmonellosis

Studies of fluid secretion, mucosal invasion and morphologic reactions in rabbit ileum

J. Clin. Invest. 52, 441 - 453

GIANNELLA, R.A., O. WASHINGTON, P. GEMSKI und S.B. FORMAL (1973b):

Invasion of HeLa cells by *Salmonella typhimurium*:

A model für study of invasiveness of *Salmonella*

J. Infect. Dis. 128, 69 - 75

GIANNELLA, R.A., R.E. GOTS, A.N. CHARNEY, W.B. GREENOUGH und S.B.FORMAL (1975):

Pathogenesis of *Salmonella*-mediated intestinal fluid secretion

Activation of adenylate cyclase and inhibition by indomethazin

Gastroenterology 69, 1238 - 1245

GITTER, M., C. WRAY, C. RICHARDSON und R.T. PEPPER (1978):

Chronic *Salmonella dublin* infection in calves

Br. vet. J. 134, 113 - 121

GRADY, G.F. und T.G. KEUSCH (1971):

Pathogenesis of bacterial diarrheas

New Engl. J. Med. 285, 831 - 841, 891 - 896

GRÜNDER, H.-D. (1977):

Harnapparat

in: ROSENBERGER, G. (Hrsg.):

Die klinische Untersuchung des Rindes. 2. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, S. 305 - 323

GRÜNDLER, E. (1911):

Klinische Beiträge über die Kotmengen bei den Haustieren

Vet. Med. Diss., Gießen

HAIGH, L.D., C.R. MOULTON und P.F. TROWBRIDGE (1920):
Bull. Mo. agric. Exp. Sta. 38
zit. nach DALTON, R.G. (1964)

HALL, G.A., P.W. JONES, K.R. PARSONS, E.R. YOUNG und
M.M. AITKEN (1980):
The haematology of experimental *Salmonella dublin* infections
of pregnant heifers
Br. vet. J. 136, 182 - 189

HANSARD, S.L. (1964):
Total bodywater in farm animals
Am. J. Physiol. 206, 1369 - 1372

HARTIG, W. (1973):
Moderne Infusionstherapie
Ein Ratgeber für die operative Praxis
Verlag Johann Ambrosius Bach, Leipzig

HELFFERICH, B. und W. LENKEIT (1965):
Beitrag zur Frage der Natriumversorgung von Milchkühen
Naturwissenschaften 52, 665 - 666

HERBINGER, W. (1972):
Elektrolyte und Darmerkrankungen
Münch. med. Wochenschr. 114, 525 - 530

HESS, E. (1979):
Epidemiologie und Seuchenprophylaxe mit besonderer
Berücksichtigung der Salmonellose
Berl. Münch. tierärztl. Wochr. 92, 501 - 504

HOERSTKE, M., A. SEITZ und G. BALJER (1982):
Verlaufskontrolle von verschiedenen Blutparametern bei der
akuten Salmonellose des Kalbes
Proceedings XIIth Congress on Diseases of Cattle,
Amsterdam

JIWA, S.F.H. (1981):

Probing for enterotoxigenicity among the *Salmonella*:
an evaluation of biological assays
J. Clin. Microbiol. 14, 463 - 472

JOHNSTON, K.G. und R.T. JONES (1976):

Salmonellosis in calves due to lactose fermenting
Salmonella typhimurium
Vet. Rec. 98, 276 - 278

KELTERBORN, E. (1979):

Über die Häufigkeit des Vorkommens der Salmonellen-Species
Eine Untersuchung an 1,5 Millionen *Salmonella*-Kulturen, die
von 1934 bis 1975 in 109 Ländern isoliert worden waren
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A 243, 289 - 307

KENT, T.H., S.B. FORMAL und E.H. LABREC (1966):

Salmonella gastroenteritis in rhesus monkeys
Arch. Path. 82, 272 - 279

KIMBERG, D.V., M. FIELD, J. JOHNSON, A. HENDERSON und
E. GERSHON (1971):

Stimulation of intestinal mucosal adenylyl cyclase by cholera
enterotoxin and prostaglandins
J. clin. Invest. 50, 1218 - 1230

KLEE, W. (1986):

Untersuchungen über die Nierenfunktion bei gesunden und an
akutem Durchfall erkrankten Kälbern
Habil.-Schr., Tierärztl. Fakultät, München

KOLB, E. (1974):

Lehrbuch der Physiologie der Haustiere, Teil II
Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 665 - 671

KOLB, E. und A. MÜLLER (1959):

Zum Vorkommen und zur Bestimmung des Fibrinogens im Plasma von
Haustieren

Zbl. Vet. Med. 6, 14 - 28

KOUPAL, L.R. und R.H. DEIBEL (1975):

Assay, characterization and localization of an enterotoxin
produced by Salmonella

Infect. Immun. 11, 14 - 22

KÜHN, H., H.TSCHÄPE und H. RISCHE (1978):

Enterotoxinbildung durch Salmonellen - eine prospektive Analyse
für ein Überwachungsprogramm

Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A 240, 171 - 183

LEWIS, L.D. und R.W. PHILLIPS (1972):

Water and electrolyte losses in neonatal calves with acute
diarrhea

A complete balance study

Cornell Vet. 62, 596 - 607

LEWIS, L.D. und R.W. PHILLIPS (1973):

Diarrheic induced changes in intracellular and extracellular
ion concentration in neonatal calves

Ann. Rech. Vet. 4, 99 - 111

LEWIS, L.D. und R.W. PHILLIPS (1978):

Pathophysiologic changes due to Coronavirus-induced diarrhea
in the calf

J. Am. Vet. Med. Assoc. 173, 636 - 642

LIBERG, P. (1978):

The fibrinogen concentration in blood of cows and its influence
on the interpretation of the glutaraldehyde and formol-gel test
reactions

Acta vet. scand. 19, 413 - 421

LOGAN, E.F. und W.J. PENHALE (1972):

Studies on the immunity of the calf to colibacillosis

V. The experimental reproduction of enteric colibacillosis

Vet. Rec. 91, 419 - 423

LOGAN, E.F., A. STENHOUSE, D.J. ORMROD und W.J. PENHALE (1974):

The role of colostral immunoglobulins in intestinal immunity to enteric colibacillosis in the calf

Res. vet. Sci. 17, 290 - 301

LOMBA, F., R. PAQUAY, V. BIENFET und A. LOUSSE (1969):

Statistical research on the fate of dietary mineral elements in dry and lactating cows (VI. Sodium)

J. agric. Sci. 73, 453 - 458

MAENZA, R.M., G.R. POWELL, S.B. PLOTKIN, S.B. FORMAL, H.R. JERVIS und H. SPRINZ (1970):

Experimental diarrhea: Salmonella enterocolitis in the rat

J. Infect. Dis. 121, 475 - 485

MANOIU, I., E. VIOR, V. POPESCU, V. COSTEA, B. SINCHIEVICI und V. DOGARU (1980):

Pathogenesis and control of dehydration following enteritis in calves

Revista de Cresterea Animalelor 8, 30 - 37

MARSH, C.L., C.A. MEBUS und N.R. UNDERDAHL (1969):

Loss of serum proteins via the intestinal tract in calves with infectious diarrhea

Am. J. vet. Res. 30, 163 - 166

MARTEL, J.L., B. IVANOFF und J. CORDEL (1980):

Infection expérimentale du veau par voie orale avec Salmonella typhimurium

Bull. Acad. Vét. Fr. 53, 115 - 127

McCAUGHEY, W.J., P.J. KAVANAGH und T.G. McCLELLAND (1971):

Experimental Salmonella dublin infection in sheep
Br. vet. J. 127, 557 - 566

McFADDEN, P.L. und C.R. RICHARDS (1956):

J. Dairy Sci. 39, 1438

zit. nach DALTON, R.G. (1964)

McSHERRY, B.J., F.D. HORNEY und J.J. DE GROOT (1970):

Plasma fibrinogen levels in normal and sick cows
Can. J. Comp. Med. 34, 191 - 197

MERRIT, A.M., J.R. BOLTON und R.E. CIMPRICH (1975):

Differential diagnosis of chronic diarrhea in horses over 6 months of age

J.S. Afr. Vet. Ass. 46, 73

zit. nach ANDERSON, N.V. (1980):

Veterinary Gastroenterology

Lea and Febiger, Philadelphia

MESSOW, C. (1959):

Fibrinogen und Fibrinolyse

Dtsch. tierärztl. Wschr. 15, 401 - 406

MORRIS, J.G. und R.J.W. GARTNER (1971):

The sodium requirements of growing steers given an all-sorghum grain ration

Br. J. Nutr. 25, 191 - 205

MORSE, E.V. (1980):

Salmonellosis

in: AMSTUTZ, H.E. (Hrsg.):

Bovine Medicine and Surgery, Vol. 1, 2. Aufl.

Am. Vet. Publications, Santa Barbara, S. 223 - 228

MYLREA, P.J. (1966):

Digestion in young calves fed whole milk ad lib. and its relationship to calf scours

Res. vet. Sci. 7, 407 - 416

NAZER, A.H.K. und A.D. OSBORNE (1977):

Experimental Salmonella dublin infection in calves

Br. vet. J. 133, 388 - 398

O'CONNOR, P.J., P.A.M. ROGERS, J.D. COLLINS und B.A. McERLEAN (1972):

On the association between the occurrence of osteomyelitis and dry gangrene in calves

Vet. Rec. 91, 459 - 460

PAQUAY, R., R. DE BAERE und A. LOUSSE (1970):

Statistical research on the fate of water in the adult cow

(I. Dry cows)

J. agric. Sci. 74, 423 - 432

PETERSON, J.W. und P. SANDEFUR (1979):

Evidence of a role for permeability factors in the pathogenesis of salmonellosis

Am. J. Clin. Nutr. 32, 197 - 209

PETRIE, L., I.E. SELMAN, M. GRINDLAY und H. THOMPSON (1977):

Salmonellosis in young calves due to Salmonella enteritis

Vet. Rec. 101, 398 - 402

PFEFFER, E., J. BERTZBACH, B. HELFFERICH und W. LENKEIT (1965):

Untersuchungen zur Beeinflussung des Stoffwechsels durch hohe Kochsalzzufütterung bei der Milchkuh (1. Mitteilung)

Z. Tierphysiol. 20, 305 - 312

PHILLIPS, R.W. und K.L. KNOX (1968):

Water kinetics in enteric diseases of neonatal calves
J. Dairy Sci. 52, 1664 - 1668

PHILLIPS, R.W., L.D. LEWIS und K.L. KNOX (1971):

Alterations in body water turnover and distribution in neonatal calves with acute diarrhea

Ann. New York Acad. Sci. 176, 231 - 243

POWELL, D.W., L.I. SOLBERG, J.R. PLOTKIN, D.H. CATLIN,
R.M. MAENZA und S.B. FORMAL (1971):

Experimental diarrhea

III. Bicarbonate transport in rat salmonella enterocolitis

Gastroenterology 60, 1076 - 1086

RAETTIG, H., G. LAUDAHN und M. MÜLLING (1972):

Immunprophylaxe der Kälbersalmonellose durch orale Impfung mit inaktivierten Bakterien

Fortschr. Vet. Med. 17, 176 - 183

ROBERTS, M.C. und D.A. O'BOYLE (1982):

Experimental Salmonella anatum infection in horses

Aust. vet. J. 58, 232 - 240

ROLLE, M. und A. MAYR (1984):

Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

ROSENBERGER, G. (1978):

Salmonellose

in: ROSENBERGER, G. (Hrsg):

Krankheiten des Rindes, 2. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, S. 752 - 756

ROSSOW, N., W. VERTER und A. BENDA (1979):

Pathophysiologische und klinische Aspekte der Therapie von Dehydratationszuständen beim Kalb

Monatsh. Veterinärmed. 34, 701 - 705

ROUT, W.R., S.B. FORMAL, G.J. DAMMIN und R.A. GIANNELLA (1974):

Pathophysiology of *Salmonella* diarrhea in the rhesus monkey: Intestinal transport, morphological and bacteriological studies
Gastroenterology 67, 59 - 70

SAKAZAKI, R., K. TAMURA, A. NAKAMURA und T. KURATA (1974):
Enteropathogenic and enterotoxigenic activities on ligated gut loops in rabbits of *Salmonella* and some other enterobacteria isolates from human patients with diarrhea
Japan. J. Med. Sci. Biol. 27, 45 - 48

SANDEFUR, P.D. und J.W. PETERSON (1976):
Isolation of skin permeability factors from culture filtrates of *Salmonella typhimurium*
Infect. Immun. 14, 671 - 679

SEDLOCK, D.M. und R.H. DEIBEL (1978):
Detection of *Salmonella* enterotoxin using rabbit ileal loops
Canad. J. Microbiol. 24, 268 - 273

SEDLOCK, D.M., L.R. KOUPAL und R.H. DEIBEL (1978):
Production and partial purification of *Salmonella* enterotoxin
Infect. Immun. 20, 375 - 380

SCHIESSLER, A., H.J. JASTER, C. GROSSE-SIESTRUP, V. UNGER und E.S. BÜCHERL (1977):
Normalwerte beim Kalb. Biochemische, hämatologische und gerinnungsphysiologische Werte und Bestimmungen der Flüssigkeitskompartimente
Zbl. Vet. Med. A 24, 298 - 310

SEITZ, A. (1983):
Untersuchungen über Veränderungen der Blutzusammensetzung im Verlauf der *Salmonellen*-Enteritis des Kalbes
Vet. Med. Diss., München

SEUFERT, C.D. (1979):

Lactatacidose

Med. Klin. 74, 850 - 857

SMITH, B.P., M. REINA-GUERRA, A.J. HARDY und F. HABASHA (1979a):

Equine salmonellosis: Experimental production of four syndromes
Am. J. vet. Res. 40, 1072 - 1077

SMITH, B.P., F. HABASHA, M. REINA-GUERRA und A.J. HARDY (1979b):

Bovine salmonellosis: Experimental production and characterization of the disease in calves, using oral challenge with *Salmonella typhimurium*

Am. J. vet. Res. 40, 1510 - 1513

SPRINZ, H. (1969):

Pathogenesis of intestinal infections

Arch. Path. 87, 556 - 562

STÜBER, M. und H.D. GRÜNDER (1977):

Biochemische Blutuntersuchung

In: ROSENBERGER, G. (Hrsg.):

Die klinische Untersuchung des Rindes

Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, S. 157

TAKEUCHI, A. (1967):

Electron microscopic studies of experimental *Salmonella* infection: I. Penetration into intact intestinal mucosa by *Salmonella typhimurium*

Am. J. Path. 51, 109 - 136

TAKEUCHI, H. und H. SPRINZ (1967):

Electron microscope studies of experimental *Salmonella* infection: II. Response of the intestinal mucosa to the invasion by *Salmonella typhimurium*

Am. J. Path. 51, 137 - 162

TASKER, J.B. (1969):

Fluid, electrolyte and acid-base abnormalities in cattle
J. Am. Vet. Med. Assoc. 155, 1906 - 1909

TASKER, J.B. (1980):

Fluids, electrolytes and acid-base balance
in: KANEKO, J.J. (Hrsg.):
Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 3. Aufl.
Academic Press, New York, S. 402 - 446

TAYLOR, J. und P. WILKINS (1961):

The effect of Salmonella and Shigella on ligated loops of rabbit
gut
Indian J. Med. Res. 49, 544 - 549

TENNANT, B., D. HARROLD und M. REINA-GUERRA (1972):

Physiologic and metabolic factors in the pathogenesis of
neonatal enteric infections in calves
J. Am. Vet. Med. Assoc. 161, 993 - 1007

THOMAS, G.W. und J.F. HARBOURNE (1972):

Salmonella paratyphi B infection in dairy cows
Vet. Rec. 91, 148 - 150

THORNTON, J.R. und P.B. ENGLISH (1972):

The effects of diarrhoea of nutritional origin on the metabolism
of water, sodium, potassium and chloride in young calves
Proceedings VII. Int. Meeting on Diseases of Cattle
London, S. 48 - 57

THORNTON, J.R. und P.B. ENGLISH (1976):

Specific gravity and osmolality as measures of urine
concentration in the calf
Aust. vet. J. 52, 335 - 337

THORNTON, J.R., R.A. WILLOUGHBY und B.J. McSHERRY (1972):
Studies on diarrhea in neonatal calves:

The plasma proteins of normal and diarrheic calves during the
first ten days of age

Can. J. Comp. Med. 36, 17 - 25

TRUNIGER, B. (1974):

Wasser- und Elektrolythaushalt. 3. Aufl.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart

ULLRICH, K.J. (1975):

Niere

in: KEIDEL, W.D. (Hrsg.):

Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 4. Aufl.

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 10/1 - 10/29

VAGHER, J.P., B. PEARSON und S. BLATT (1973):

Biochemical and hematologic values in male

Holstein-Friesian calves

Am. J. vet. Res. 34, 273 - 277

VANDEGRAAFF, R. und J. MALMO (1977):

Salmonella dublin in dairy cattle

Aust. vet. J. 53, 453 - 455

VIOR, E., I. MANOIU, V. POPESCU, V. COSTEA und D. EREMIA
(1981):

Glucose and protein metabolic changes in calf

Salmonella infections

Archiva veterinaria 15, 87 - 101

VOGEL, G. und K. GÄRTNER (1976):

Physiologie der Niere, Wasser- und Elektrolythaushalt

in: SCHEUNERT, A. und A. TRAUTMANN (Hrsg.):

Lehrbuch der Veterinärphysiologie, 6. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, S. 675 - 709

WANDL, M. (1975):

Ein Beitrag zur renalen Elektrolytausscheidung wachsender Mastkälber

Vet. Med. Diss., München

WARD, D.E. (1976):

Pathophysiology of enteric colibacillosis in the intact neonatal calf

Cornell University, Ph. D.

Xerox University Microfilms, Ann Arbor, Michigan

WATT, J.G. (1965):

The use of fluid replacement in the treatment of neonatal diseases in calves

Vet. Rec. 77, 1474 - 1482

WATT, J.G. (1967):

Fluid therapy for dehydration in calves

J. Am. Vet. Med. Assoc. 150, 742 - 750

WERNER, G.T. und J.N. WALTERSPIEL (1978):

Reisedurchfälle

Med. Klin. 73, 1310 - 1319

WHITE, G., D.W.T. PIERCY, B. CLAMPITT, R.J.I. MORGAN und B. WEST (1981):

Appraisal of the suitability of a disease model of acute salmonellosis in calves for chemotherapeutic studies

Res. vet. Sci. 31, 19 - 26

WOOLCOCK, J.B. (1979):

Bacterial infection and immunity in domestic animals

Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam

WRAY, C. (1980):

Some haematological and blood biochemical findings during experimental *Salmonella typhimurium* infection in calves

Zbl. Vet. Med. B 27, 365 - 373

WRAY, C. und W.J. SOJKA (1978):

Experimental Salmonella typhimurium infection in calves
Res. vet. Sci. 25, 139 - 143

ZEROBIN, K. (1976):

Physiologie der Milchsekretion

In: SCHEUNERT, A. und A. TRAUTMANN (Hrsg.):

Lehrbuch der Veterinärphysiologie, 6. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, S. 769 - 793

ZIMMERLI, J. (1955):

Die Eiweißfraktionen im Blutserum des Rindes in Abhängigkeit
von verschiedenen chronischen Krankheiten, insbesondere der
Tuberkulose

Z. Tierz. Züchtungsbiol. 64, 4 - 26

ZUMKLEY, H. (1977):

Klinik des Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushaltes

Georg Thieme Verlag, Stuttgart

ZWADYK, P. und I.S. SNYDER (1973):

Effects of endotoxin on hepatic glycogen metabolism in vitro

Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 142, 299 - 302

AN H A N G : T A B E L L E N

In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Untersuchungen des Flüssigkeitshaushaltes und der Harn- und Blutparameter aufgeführt, und zwar sowohl von den beiden Kontrolltieren als auch von den neun in den Belastungsversuchen verwendeten Kälbern.

Tabelle 10

Flüssigkeitshaushalt des Kontrolltieres Kalb A

Tag	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insensible Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
1	+ 0,9	7257	900	8157	4004	3478	7482
2	+ 0,8	7739	-	7739	3699	3440	7139
3	- 0,3	8153	900	9053	6212	3141	9353
4	+ 0,7	7589	-	7589	4295	2769	7064
5	+ 0,5	7715	2400	10115	6416	3324	9740

Tag	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insensible Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
1	3715	367	289	110,5	101,4	47,1	50,3	3,9
2	3570	164	129	103,6	95,6	46,0	47,8	1,7
3	5935	336	277	119,9	123,9	41,6	78,6	3,7
4	4120	227	175	100,9	93,9	36,8	54,8	2,3
5	6180	287	236	133,2	128,3	43,8	81,4	3,1

Tabelle 11

Flüssigkeitshaushalt des Kontrolltieres Kalb B

Tag	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insaible Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
1	+ 1,2	7282	-	7282	3858	2524	6382
2	+ 0,7	7488	200	7688	4339	2824	7163
3	+ 0,8	7518	-	7518	4474	2444	6918
4	+ 1,8	7632	200	7832	2622	3860	6482
5	+ 0,9	7484	-	7484	4112	2697	6809

- 114 -

Tag	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insaible Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
1	3750	135	108	106,5	93,3	36,9	54,8	1,6
2	4190	188	149	110,5	102,9	40,5	60,2	2,1
3	4265	264	209	106,9	98,4	34,8	60,7	2,9
4	2495	159	127	110,1	91,2	54,3	35,1	1,8
5	3920	252	192	102,7	93,4	37,0	53,8	2,6

Tabelle 12

Harnbefunde des Kontrolltieres Kalb A

Alle Daten beziehen sich auf Meßperioden von 24 Stunden

Harnmenge (ml)	3715	3570	5935	4120	6180
Osmolalität (mosmol/kg)	360	325	305	335	320
spez. Harngewicht (g/cm ³)	1,011	1,008	1,007	1,010	1,007
Na-Ausscheidung (mmol/d)	73	127	179	119	179
K-Ausscheidung (mmol/d)	333	217	294	308	383
Proteinausscheidung (mg/d)	1846	960	2344	1784	2274

Harnbefunde des Kontrolltieres Kalb B

Alle Daten beziehen sich auf Meßperioden von 24 Stunden

Harnmenge (ml)	3750	4190	4265	2495	3920
Osmolalität (mosmol/kg)	302	295	290		297
spez. Harngewicht (g/cm ³)	1,008	1,008	1,007	1,008	1,008
Na-Ausscheidung (mmol/d)	110	131	170	51	83
K-Ausscheidung (mmol/d)	269	291	270	172	264
Proteinausscheidung (mg/d)	1496	1592	2525	1003	1713

Tabelle 13

Blutbefunde des Kontrolltieres Kalb A

Tag	1	2	3	4	5
Hämatokrit (%)	27,00	27,00	25,00	25,00	25,00
Hämoglobin (g/100 ml)	7,70	8,30	7,60	7,50	7,50
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	6,45	6,95	6,66	6,05	6,63
Natrium (mmol/l)	115,60	126,60	125,70	129,90	133,90
Kalium (mmol/l)	3,78	4,32	4,25	4,45	4,41
Chlorid (mmol/l)	95,00	96,00	97,00	96,00	98,00
Bikarbonat (mmol/l)	27,00	25,00	23,00	24,00	23,00
pH	7,20	7,25	7,25	7,24	7,24
Protein (g/100 ml)	5,24	4,99	4,92	5,20	5,07
Blutzucker (mg/100 ml)	105,00	120,00	125,00	130,00	115,00
Harnstoff (mg/100 ml)	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
Kreatinin (mg/100 ml)	1,25	1,32	1,32	1,35	1,32
Lactat (mg/100 ml)	8,20	4,00	10,40	11,60	9,50
Pyruvat (mg/100 ml)	0,60	0,36	0,52	0,58	0,33
Leukozyten ($-\mu\text{l}$)	6800	7200	6000	6000	6400
Osmolalität (mosmol/kg)	273,00	289,00	289,00	285,00	289,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,23	0,23	0,21	0,41	0,35
Fibrinogen (mg/100 ml)	160,00	190,00	140,00	140,00	140,00

Tabelle 14

Blutbefunde des Kontrolltieres Kalb B

Tag	1	2	3	4	5
Hämatokrit (%)	20,00	21,00	20,00	19,00	20,00
Hämoglobin (g/100 ml)	5,20	5,60	5,60	5,30	5,40
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	5,00	5,60	5,40	5,10	5,40
Natrium (mmol/l)	128,70	125,60	121,40	125,20	130,10
Kalium (mmol/l)	4,60	4,40	3,50	4,20	4,60
Chlorid (mmol/l)	97,00	101,00	80,00	97,00	100,00
Bikarbonat (mmol/l)	29,00	29,00	24,00	24,00	29,00
pH	7,32	7,31	7,29	7,29	7,35
Protein (g/100 ml)	4,84	4,69	4,54	4,84	4,65
Blutzucker (mg/100 ml)	130,00	125,00	115,00	122,00	120,00
Harnstoff (mg/100 ml)	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
Kreatinin (mg/100 ml)	1,32	1,35	1,33	1,42	1,37
Lactat (mg/100 ml)	10,40	11,60	9,00	10,10	11,00
Pyruvat (mg/100 ml)	0,48	0,35	0,36	0,52	0,45
Leukozyten (-/ μl)	4300	5300	4400	5000	5100
Osmolalität (mosmol/kg)	279,00	275,00	275,00	285,00	283,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,23	0,23	0,36	0,34	0,31
Fibrinogen (mg/100 ml)	190,00	230,00	270,00	270,00	190,00

Tabelle 15

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 1

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Inensible Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 1,5	8742	-	8742	3712	3905	7617
24 - 48	- 2,0	4213	500	4713	3414	3219	6633
48 - 72	+ 0,5	6351	1800	8151	3950	3826	7776
72 - 96	- 2,0	4939	2600	7539	6642	2817	9459
96 - 120	- 1,0	4272	2900	7172	5368	2764	8132
120 - 144	- 1,0	4545	1800	6345	4951	2354	7305
144 - 168	+ 0,3	3471	1900	5371	4051	1095	5146
168 - 192	- 1,3	5319	1600	6919	3971	4196	8167
192 - 216	- 0,3	6358	1300	7658	5922	2024	7946
216 - 240	+ 1,3	8237	1100	9337	5700	2662	8362

Tabelle 16

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 1

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insensible Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	3180	620	532	127,6	111,2	57,0	46,4	7,8
24 - 48	815	2745	2599	67,3	94,7	46,0	11,6	37,1
48 - 72	945	3147	3005	119,9	114,4	56,3	13,9	44,2
72 - 96	975	5897	5667	110,0	138,1	41,1	14,2	82,7
96 - 120	1720	3800	3648	107,8	122,3	41,6	25,9	54,8
120 - 144	1775	3244	3176	96,9	111,5	35,9	27,1	48,5
144 - 168	2260	1875	1791	83,3	79,8	17,0	35,0	27,8
168 - 192	2815	1296	1156	106,8	126,0	64,7	43,4	17,8
192 - 216	4488	1643	1434	120,6	125,1	31,9	70,7	22,6
216 - 240	4840	1030	860	147,7	132,3	42,1	76,6	13,6

Tabelle 17

Harnbefunde von Kalb Nr. 1

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolalität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	3180	604	1,011	176,0	298	1208
24 - 48	815	925	1,028	23,0	186	446
48 - 72	945	1320	1,032	10,0	138	1085
72 - 96	975	1110	1,034	2,5	123	651
96 - 120	1720	560	1,021	1,0	42	694
120 - 144	1775	480	1,016	0,9	66	1740
144 - 168	2260	500	1,015	2,3	100	2474
168 - 192	2815	380	1,011	0,3	97	1677
192 - 216	4488	355	1,007	4,0	143	2302
216 - 240	4840	425	1,011	3,4	216	2851

Blutwerte von Kalb Nr. 1

Stunden post inf.	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
Hämatokrit (%)	25,00	27,00	25,00	26,00	30,00	32,00	28,00	24,00	23,00	22,00	20,00
Hämoglobin (g/100 ml)	7,20	7,60	7,60	7,80	8,60	8,60	8,30	6,80	6,50	6,40	6,10
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	7,00	7,00	6,70	8,50	7,70	7,50	6,50	6,10	5,80	7,50	5,50
Natrium (mmol/l)	139,00	135,00	136,00	136,00	129,00	125,00	128,00	122,00	127,00	131,00	129,00
Kalium (mmol/l)	4,70	5,30	5,50	4,30	4,90	4,70	4,60	4,50	4,30	4,80	4,60
Chlorid (mmol/l)	97,00	95,00	96,00	91,00	88,00	102,00	98,00	92,00	95,00	100,00	93,00
Bikarbonat (mmol/l)	30,00	30,00	29,00	26,00	22,00		16,00	17,00	18,00	22,00	24,00
pH	7,34	7,31	7,35	7,33	7,25		7,19	7,21	7,21	7,23	7,24
Protein (g/100 ml)	4,90	4,30	4,40	4,40	4,40	4,30	5,10	4,80	5,30	5,30	5,20
Blutzucker (mg/100 ml)	120,00	83,00	83,00	85,00	109,00	90,00	39,00	95,00	80,00	78,00	85,00
Harnstoff (mg/100 ml)	27,00	27,00	27,00	32,00	43,00	59,00	78,00	70,00	70,00	43,00	32,00
Kreatinin (mg/100 ml)	0,91	1,01	1,21	1,14	1,07	1,22	1,37	1,47	1,24	0,95	0,88
Lactat (mg/100 ml)	10,10	12,00	10,80	11,30	7,50	7,50	7,00	5,50	3,40	7,30	8,80
Pyruvat (mg/100 ml)	0,49	1,11	0,89	1,14	1,03	0,69	0,54	0,76	0,33	0,34	0,21
Leukozyten ($-\mu\text{l}$)	5100	5300	7100	8300	12300	29200	29400	14200	8900	8100	7300
Osmolalität (mosmol/kg)	286,00	271,00	275,00	258,00	264,00	256,00	261,00	259,00	264,00	269,00	265,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,30	0,47	0,45	0,36	0,25	0,19	0,39	0,23	0,25	0,19	0,16
Fibrinogen (mg/100 ml)	254,00	160,00	178,00	638,00	242,00	412,00	918,00	1924,00	1024,00	640,00	1408,00

Tabelle 19

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 2

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Inensible Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 1,0	8825	-	8825	4652	3423	8075
24 - 48	- 1,5	3959	1500	5459	2352	4547	6899
48 - 72	- 1,5	1818	1400	3218	2294	2364	4658
72 - 96	- 0,5	5860	500	6360	3909	2931	6840
96 - 120	- 0,5	4040	1400	5440	4234	1686	5920
120 - 144	- 1,0	4147	1200	5347	3785	2522	6307
144 - 168	- 0,8	1752	1500	3252	3029	991	4020
168 - 192	- 0,2	4241	1200	5441	2825	2808	5633
192 - 216	- 1,5	2576	903	3476	2718	2198	4916
216 - 240	+ 1,5	6234	-	6234	3135	1974	5109

Tabelle 20

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 2

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Inensible Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	4325	410	327	143,5	131,3	55,7	70,3	5,3
24 - 48	1190	1356	1162	87,3	110,4	72,7	19,0	18,6
48 - 72	410	1983	1884	52,7	76,4	38,7	6,7	30,9
72 - 96	1000	3207	2909	106,9	115,0	49,2	16,8	48,9
96 - 120	1160	3250	3074	92,2	100,3	28,6	19,6	52,1
120 - 144	1285	2674	2500	91,4	107,8	43,1	22,0	42,7
144 - 168	985	2207	2044	56,6	69,9	17,2	17,1	35,5
168 - 192	1650	1266	1175	96,0	99,3	49,5	29,1	20,7
192 - 216	1757	1031	961	61,5	87,0	38,9	31,1	17,0
216 - 240	2120	1096	1015	113,3	92,9	35,9	38,5	18,4

- 123 -

Tabelle 21

Harnbefunde von Kalb Nr. 2

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolalität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	4325	370	1,007	84	313	605
24 - 48	1190	415	1,020	91	95	388
48 - 72	410	1240	1,025	11	49	258
72 - 96	1000	1020	1,026	9,2	116	402
96 - 120	1160	820	1,025	5,1	106	714
120 - 144	1285	360	1,019	7,3	65	1357
144 - 168	985	390	1,011	2,0	40	759
168 - 192	1650	800	1,020	13,2	87	1373
192 - 216	1757	440	1,009	5,2	83	1550
216 - 240	2120	650	1,013	2,1	92	708

Blutwerte von Kalb Nr. 2

Stunden post inf.	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
Hämatokrit (%)	28,00	26,00	25,00	26,00	27,00	26,00	25,00	26,00	26,00	25,00	24,00
Hämoglobin (g/100 ml)	8,00	7,50	7,50	8,90	7,80	7,50	7,30	7,70	7,60	7,50	6,90
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	7,20	6,50	6,50	7,60	7,30	6,90	6,20	7,00	6,50	6,80	6,90
Natrium (mmol/l)	139,00	145,00	141,00	128,00	132,00	127,00	129,00	130,00	127,00	128,00	128,00
Kalium (mmol/l)	4,60	4,90	5,40	5,00	4,90	4,70	5,70	5,20	4,40	4,80	4,50
Chlorid (mmol/l)	97,00	99,00	95,00	93,00	98,00	96,00	95,00	94,00	91,00	90,00	95,00
Bikarbonat (mmol/l)	30,00	30,00	30,00	24,00	26,00			22,00	21,00	23,00	23,00
pH	7,36	7,33	7,37	7,30	7,31			7,24	7,23	7,28	7,27
Protein (g/100 ml)	4,70	4,60	4,30	4,20	3,80	4,40	4,20	4,30	4,20	4,60	4,30
Blutzucker (mg/100 ml)	100,00	80,00	75,00	50,00	105,00	105,00	87,00	100,00	109,00	57,00	108,00
Harnstoff (mg/100 ml)	32,00	27,00	27,00	43,00	32,00	32,00	38,00	48,00	54,00	64,00	54,00
Kreatinin (mg/100 ml)	0,98	0,89	1,32	1,35	1,19	1,28	1,17	1,15	1,37	1,51	1,31
Lactat (mg/100 ml)	3,30	4,70	8,90	9,50	9,50	8,80	7,20	5,40	9,00	7,50	8,10
Pyruvat (mg/100 ml)	0,78	0,44	0,62	0,69	0,65	0,38	0,66	0,54	1,0	0,29	0,40
Leukozyten (-/ μl)	4100	4100	7300	4300	10400	5400	6400	10700	12800	13200	13000
Osmolalität (mosmol/kg)	283,00	282,00	279,00	266,00	275,00	260,00	265,00	263,00	264,00	260,00	265,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,38	0,27	0,59	0,79	0,44	0,25	0,31	0,24	0,42	0,73	0,33
Fibrinogen (mg/100 ml)	680,00	314,00	190,00	448,00	296,00	242,00		638,00	1004,00	844,00	490,00

Tabelle 23

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 3

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Inensible Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 0	9132	500	9632	4979	4653	9632
24 - 48	- 2,5	960	4300	5260	3829	3831	7660
48 - 72	- 3,0	3186	6100	9286	5943	6223	12166
72 - 96	- 2,5	2419	5800	8219	8369	2250	10619
96 - 120	+ 2,0	3893	5300	9193	4812	2881	7693
120 - 144	- 1,5	2441	1200	3641	2797	2284	5081
144 - 168	- 1,5	4107	1200	5307	4161	2586	6747
168 - 192	- 1,5	2042	1900	3942	2476	2906	5382
192 - 216	- 1,5	3379	700	4079	3088	2431	5519
216 - 240	- 0,5	2872	1100	3972	2445	2007	4452

Tabelle 24

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 3

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Inensible Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	3120	2219	1859	119,6	119,6	57,8	38,7	23,1
24 - 48	540	3516	3289	65,3	95,1	47,6	6,7	40,8
48 - 72	735	5588	5208	119,1	156,0	79,8	9,4	66,7
72 - 96	1195	7544	7174	109,6	141,6	30,0	15,9	95,6
96 - 120	-	5180	4812	126,8	106,1	39,7	-	66,3
120 - 144	1840	1035	957	48,9	68,2	30,6	24,7	12,8
144 - 168	2945	1314	1216	72,7	92,4	35,4	40,3	16,6
168 - 192	1785	785	691	55,1	75,3	40,6	24,9	9,7
192 - 216	2455	724	633	58,3	78,8	34,7	35,1	9,0
216 - 240	1980	590	465	58,0	65,0	29,3	28,9	6,8

Tabelle 25

Harnbefunde von Kalb Nr. 3

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolalität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	3120	410	1,015	101	294	4492
24 - 48	540	900	1,024	12	104	883
48 - 72	735	1480	1,028	5,2	84	3524
72 - 96	1195	860	1,033	3,1	89	879
96 - 120	-	-	-	-	-	-
120 - 144	1840	590	1,027	10,3	77	3985
144 - 168	2945	540	1,020	0,9	80	2741
168 - 192	1785	950	1,024	1,8	50	1802
192 - 216	2455	900	1,025	5,6	127	5941
216 - 240	1980	700	1,027	4,9	119	3340

Blutwerte von Kalb Nr. 3

Stunden post inf.	0	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
Hämatokrit (%)	27,00	29,00	39,00	39,00	40,00	45,00	44,00	36,00	38,00	34,00	33,00
Hämoglobin (g/100 ml)	8,30	8,30	11,90	11,90	12,00	13,40	13,00	11,20	11,70	10,50	10,30
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	8,40	7,90	10,60	10,70	12,40	13,10	12,00	10,10	10,10	9,30	9,30
Natrium (mmol/l)	142,00	144,00	136,00	133,00	130,00	129,00	118,00	123,00	122,00	124,00	126,00
Kalium (mmol/l)	4,40	4,70	4,90	4,50	4,00	4,20	5,20	4,90	4,20	4,40	4,40
Chlorid (mmol/l)	97,00	101,00	98,00	94,00	91,00	91,00	78,00	85,00	81,00	88,00	89,00
Bikarbonat (mmol/l)	23,00	24,00	22,00	22,00		20,00		14,60	21,00	20,00	27,00
pH	7,25	7,24	7,22	7,23		7,19		7,00	7,22	7,18	7,25
Protein (g/100 ml)	4,80	5,10	4,60	4,10	4,30	4,30	4,40	4,60	4,90	4,90	4,80
Blutzucker (mg/100 ml)	98,00	72,00	60,00	102,00	52,00	80,00	90,00	120,00	94,00	75,00	86,00
Harnstoff (mg/100 ml)	<27,00	<27,00	32,00	38,00	54,00	59,00	128,00	86,00	27,00	<27,00	27,00
Kreatinin (mg/100 ml)	0,89	0,95	1,19	1,28	1,28	1,61	3,32	1,48	0,77	0,63	0,68
Lactat (mg/100 ml)	9,00	12,50	16,80	13,40	14,10	26,70	15,60	9,70	5,00	8,00	6,60
Pyruvat (mg/100 ml)	0,52	0,76	0,92	0,66	0,34	1,11	0,89	0,68	0,21	0,25	0,64
Leukozyten (-/ μl)	5400	14600	8600	12500	12200	22800	17200	19500	24600	25000	25300
Osmolalität (mosmol/kg)	290,00	290,00	273,00	280,00	264,00	263,00	256,00	261,00	250,00	246,00	256,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,36	0,34	0,79	0,81	0,71	0,50	0,27	0,24	0,24	0,45	0,28
Fibrinogen (mg/100 ml)	266,00	384,00	704,00	540,00	728,00	1112,00	1004,00	301,00	391,00	301,00	340,00

Tabelle 27

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 4

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insaftbare Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 0,5	9020	-	9020	4437	4208	8645
24 - 34	- 2,0	-	800	800	1062	1658	2720

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insaftbare Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	2640	1939	1797	184,1	176,4	85,9	53,9	36,7
24 - 34	160	968	902	16,2	54,9	33,5	3,2	18,2

130

Tabelle 28

Harnbefunde von Kalb Nr. 4

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolarität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	2640	441	1,008	49	195	2944
24 - 34	160	598	1,013	3,2	20	205

Harnbefunde von Kalb Nr. 5

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolarität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	2630	476	1,010	27	331	2887
24 - 44	350	1280	1,025	3,2	65	560

Tabelle 29

Blutwerte von Kalb Nr. 4

Blutwerte von Kalb Nr. 5

Stunden post inf.

0

12

24

0

12

24

36

Hämatokrit (%)

20,00

22,00

25,00

25,00

32,00

35,00

43,00

Hämoglobin (g/100 ml)

5,30

5,50

6,70

6,90

9,30

10,50

12,60

Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)

5,40

5,70

6,60

10,20

9,70

11,20

13,90

Natrium (mmol/l)

139,00

135,00

136,00

142,00

139,00

139,00

137,00

Kalium (mmol/l)

5,20

4,80

5,90

5,00

5,20

5,40

6,40

Chlorid (mmol/l)

96,00

96,00

98,00

92,00

93,00

92,00

91,00

Bikarbonat (mmol/l)

28,00

28,00

27,00

32,00

33,00

34,00

33,00

pH

7,33

7,32

7,32

7,32

7,32

7,31

7,31

Protein (g/100 ml)

4,80

4,40

4,60

5,70

5,80

5,40

4,70

Blutzucker (mg/100 ml)

103,00

64,00

47,00

89,00

85,00

73,00

39,00

Harnstoff (mg/100 ml)

32,00

<27,00

32,00

27,00

<27,00

<27,00

32,00

Kreatinin (mg/100 ml)

1,08

1,03

1,22

1,03

1,15

1,54

1,62

Lactat (mg/100 ml)

9,90

9,10

12,90

13,60

15,80

12,70

19,10

Pyruvat (mg/100 ml)

1,47

1,75

1,77

0,54

1,31

1,98

1,86

Leukozyten (-/ μl)

14400

3600

2400

10600

9800

5200

4000

Osmolalität (mosmol/kg)

281,00

267,00

274,00

281,00

279,00

279,00

280,00

Bilirubin (mg/100 ml)

0,34

0,27

0,36

0,33

0,32

0,51

0,32

Fibrinogen (mg/100 ml)

680,00

704,00

704,00

190,00

190,00

296,00

190,00

Tabelle 30

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 5

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insensibler Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 1,0	8921	2800	11721	6881	4090	10971
24 - 44	- 2,2	4001	1900	5901	4356	3657	8013

- 133 -

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insensibler Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	2630	4447	4251	198,7	185,9	69,3	44,6	72,1
24 - 44	350	4326	4006	98,4	133,6	60,1	5,8	66,8

Tabelle 31

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 6

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insensibler Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	- 2,5	4657	2900	7557	6293	3664	9957
24 - 48	- 4,5	0	2900	2900	4103	3117	7220

- 134 -

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Waa- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insensibler Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	3250	3256	3043	92,2	121,4	44,7	39,6	37,1
24 - 48	850	3346	3253	36,5	90,8	39,2	10,7	40,9

Tabelle 32

Harnbefunde von Kalb Nr. 6

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolalität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	3250	242	1,010	69	198	5190
24 - 44	850	520	1,022	36	148	5412

Harnbefunde von Kalb Nr. 7

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolalität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	2945	305	1,008	50	189	747
24 - 48	1530	1440	1,029	12	315	644
48 - 72	740	1380	1,037	3,3	112	1209

Tabelle 33

Blutwerte von Kalb Nr. 6		Blutwerte von Kalb Nr. 7						
Stunden post inf.	0	12	36	48	0	24	48	72
Hämatokrit (%)	34,00	46,00	48,00	53,00	33,00	32,00	31,00	39,00
Hämoglobin (g/100 ml)	10,70	15,00	15,50	17,20	10,10	9,90	9,40	10,60
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	9,10	12,10	12,80	14,60	9,10	9,10	8,50	9,90
Natrium (mmol/l)	141,00	144,00	138,00	145,00	144,00	143,00	135,00	128,00
Kalium (mmol/l)	4,60	4,50	4,90	4,50	5,30	5,00	4,60	4,60
Chlorid (mmol/l)	95,00	100,00	95,00	96,00	94,00	94,00	98,00	94,00
Bikarbonat (mmol/l)	24,00	24,00	18,00	14,00	30,00	31,00	27,00	26,00
pH	7,26	7,27	7,18	7,00	7,34	7,37	7,32	7,32
Protein (g/100 ml)	4,70	5,10	4,30	4,60	5,40	5,00	4,10	3,60
Blutzucker (mg/100 ml)	103,00	34,00	19,00	10,00	74,00	78,00	96,00	100,00
Harnstoff (mg/100 ml)	<27,00	<27,00	86,00	91,00	<27,00	32,00	38,00	32,00
Kreatinin (mg/100 ml)	1,06	1,31	2,80	8,18	0,94	1,29	1,16	1,30
Lactat (mg/100 ml)	5,80	17,90	90,00	133,00	9,50	13,40	16,30	23,90
Pyruvat (mg/100 ml)	0,53	1,08	1,36	2,74	0,95	1,18	1,30	2,05
Leukozyten (-/ μl)	7100	17500	3500	3400	8300	14600	10200	21400
Osmolalität (mosmol/kg)	280,00	280,00	285,00	290,00	284,00	284,00	276,00	262,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,19	0,37	0,73	0,50	0,30	0,37	0,56	0,56
Fibrinogen (mg/100 ml)	180,00	422,00	704,00	704,00	580,00	480,00	177,00	284,00

Tabelle 34

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 7

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insensibler Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 1,0	8189	400	8589	2892	4947	7839
24 - 48	- 2,0	4357	2400	6757	4741	3936	8677
48 - 72	- 3,5	4554	3100	7654	5743	5271	11014

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insensibler Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	1945	1093	947	121,8	111,2	70,2	27,6	13,4
24 - 48	1530	3517	3211	94,5	121,4	55,0	21,4	44,9
48 - 72	740	5334	5003	110,1	158,4	75,8	10,6	72,0

Tabelle 35

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 8

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insenabile Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	- 1,0	7052	-	7052	3328	4684	8012
24 - 48	- 4,5	2248	4000	6248	2574	7994	10568
48 - 72	+ 1,0	3051	2900	5951	2435	2556	4991
72 - 96	- 1,0	441	5000	5441	3078	3323	6401
96 - 120	- 1,5	-	3100	3100	1870	2670	4540
120 - 127	- 2,0	-	-	-	685	1235	1920

Stunden post inf.	Harn- Volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Was- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insenabile Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	3170	219	158	80,6	91,6	53,5	36,4	1,8
24 - 48	1440	1414	1134	72,2	122,2	92,4	17,1	13,1
48 - 72	1125	1446	1310	72,6	60,9	31,2	13,6	16,0
72 - 96	1185	1920	1893	65,7	77,1	40,0	14,4	22,8
96 - 120	645	1244	1225	37,8	55,4	32,6	7,9	14,9
120 - 127	260	430	425	-	23,8	15,3	3,2	5,3

Tabelle 36

Harnbefunde von Kalb Nr. 8

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolarität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	3170	325	1,008	60	230	491
24 - 48	1440	880	1,027	76	253	653
48 - 72	1125	885	1,033	54	187	611
72 - 96	1185	1286	1,035	23	234	611
96 - 120	645	1170	1,034	4,6	56	269
120 - 127	260	660	1,021	2,3	17	507

- 139 -

Harnbefunde von Kalb Nr. 9

Stunden post inf.	Harnvolumen (ml)	Harnosmolarität (mosmol/kg)	spez. Harnge- gewicht (g/cm ³)	Natriumaus- scheidung (mmol)	Kaliumaus- scheidung (mmol)	Proteinaus- scheidung (mg)
0 - 24	3260	192	1,005	40	271	1115
24 - 48	2000	270	1,010	40	155	273
48 - 72	900	780	1,023	43	141	509
72 - 96	740	584	1,022	10	99	257
96 - 120	750	500	1,028	4,6	45	1293
120 - 144	790	846	1,027	1,6	85	360

Blutwerte von Kalb 8

Stunden post inf.	0	24	48	72	96	120
Hämatokrit (%)	29,00	28,00	29,00	33,00	34,00	35,00
Hämoglobin (g/100 ml)	8,70	9,00	9,00	9,70	10,40	10,70
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	7,10	7,20	7,40	7,80	8,30	8,80
Natrium (mmol/l)	142,00	142,00	136,00	134,00	128,00	129,00
Kalium (mmol/l)	4,80	5,10	4,70	4,40	3,80	4,20
Chlorid (mmol/l)	97,00	98,00	96,00	92,00	85,00	85,00
Bikarbonat (mmol/l)	23,00	25,00	25,00	23,00		
pH	7,27	7,29	7,43	7,29		
Protein (g/100 ml)	4,50	4,10	3,20	3,90	4,20	3,90
Blutzucker (mg/100 ml)	108,00	45,00	68,00	72,00	57,00	45,00
Harnstoff (mg/100 ml)	27,00	<27,00	32,00	59,00	70,00	102,00
Kreatinin (mg/100 ml)	1,21	1,42	0,72	1,38	1,68	1,68
Lactat (mg/100 ml)	11,90	16,10	5,50	28,20	10,60	9,10
Pyruvat (mg/100 ml)	0,74	0,49	0,37	0,88	1,40	0,99
Leukozyten (-/ μl)	3400	6800	2900	6400	12000	16200
Osmolalität (mosmol/kg)	285,00	280,00	260,00	264,00	283,00	274,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,46	0,35	0,89	1,01	0,48	0,55
Fibrinogen (mg/100 ml)	160,00	140,00	190,00	296,00	680,00	568,00

Tabelle 38

Flüssigkeitshaushalt von Kalb Nr. 9

Stunden post inf.	Gewichts- änderung(kg)	Wasserauf- nahme über Milch (g)	Trinkwasser- aufnahme(g)	Gesamte Wasserauf- nahme(g)	Direkt meß- bare Wasser- ausscheidung(g)	Insensible Verluste(g)	Gesamte Wasseraus- scheidung(g)
0 - 24	+ 1,0	7976	-	7976	3400	3826	7226
24 - 48	- 3,0	3060	-	3060	2382	3558	5940
48 - 72	+ 1,5	3297	3500	6797	2388	2969	5357
72 - 96	- 2,0	904	2900	3804	2088	3836	5924
96 - 120	- 1,5	3726	-	3726	3038	2128	5166
120 - 144	- 3,0	179	3400	3579	2079	4380	6459

- 141 -

Stunden post inf.	Harn- volumen(ml)	Kot- menge(g)	Kot- wasser(g)	Gesamte Waa- seraufnahme (g/kg KGW)	Gesamte Wasser- ausscheidung (g/kg KGW)	Insensible Verluste (g/kg KGW)	Harn- volumen (ml/kg KGW)	Kot- wasser (g/kg KGW)
0 - 24	3260	186	140	132,9	120,4	63,8	54,3	2,3
24 - 48	2000	458	382	50,5	98,0	58,7	33,0	6,3
48 - 72	900	1488	1375	116,1	91,6	50,8	15,4	23,9
72 - 96	740	1481	1348	65,8	102,5	66,4	12,8	22,8
96 - 120	750	2409	2288	65,9	91,4	37,7	13,3	40,1
120 - 144	790	1393	1289	66,2	119,6	81,1	14,6	23,2

Blutwerte von Kalb Nr. 9

Stunden post inf.	0	24	48	72	96	120	144
Hämatokrit (%)	24,00	24,00	26,00	27,00	26,00	27,00	28,00
Hämoglobin (g/100 ml)	6,90	7,20	7,60	7,60	7,30	7,70	7,80
Erythrozytenzahl ($10^6/\mu\text{l}$)	6,80	6,80	7,10	7,30	7,10	7,70	7,70
Natrium (mmol/l)	143,00	144,00	135,00	132,00	130,00	127,00	129,00
Kalium (mmol/l)	5,00	4,80	5,00	4,50	4,80	4,70	4,90
Chlorid (mmol/l)	83,00	89,00	102,00	95,00	92,00	90,00	78,00
Bikarbonat (mmol/l)	24,00	24,00	24,00	21,00			20,00
pH	7,29	7,27	7,36	7,31			7,23
Protein (g/100 ml)	4,90	5,70	3,80	4,50	4,10	4,50	4,50
Blutzucker (mg/100 ml)	110,00	103,00	65,00	75,00	67,00	55,00	73,00
Harnstoff (mg/100 ml)	27,00	<27,00	32,00	43,00	27,00	38,00	70,00
Kreatinin (mg/100 ml)	1,21	0,99	1,15	1,14	1,43	1,17	1,44
Lactat (mg/100 ml)	2,30	4,70	15,00	28,20	19,00	28,10	41,00
Pyruvat (mg/100 ml)	0,30	0,38	0,44	0,67	0,99	1,22	1,27
Leukozyten (-/ μl)	8700	9400	6200	7400	10000	10900	8300
Osmolalität (mosmol/kg)	287,00	295,00	260,00	262,00	252,00	262,00	251,00
Bilirubin (mg/100 ml)	0,44	0,33	0,71	1,32	0,96	0,96	0,68
Fibrinogen (mg/100 ml)	270,00	270,00	300,00	242,00	412,00	490,00	782,00

D A N K S A G U N G

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. G. Dirksen danke ich ganz besonders für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Außerdem gilt mein Dank Herrn Dr. M. Hoerstke, Herrn Dr. Dr. G. Baljer und Herrn Dr. A. Seltz für die bereitwillig gewährte Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen.

Weiterhin danke ich den medizinisch-technischen Assistentinnen der II. Medizinischen Tierklinik für die Unterstützung bei der Probenaufbereitung.

Mein besonderer Dank gilt der Fraunhofer-Gesellschaft, deren finanzielle Hilfe die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht hat.

LEBENS LAUF

Am 1.11.1953 wurde ich als Sohn des Bezirksnotars Hans Mayle und seiner Frau Johanna Mayle, geb. Abele, in Abtagmünd, Landkreis Aalen, geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich in Hüttlingen die Grundschule und wechselte dann auf das Theodor-Heuss-Gymnasium in Aalen über. An dieser Schule bestand ich 1972 das Abitur. Vom Juli 1972 bis zum September 1973 leistete ich meinen Wehrdienst ab.

Vom Wintersemester 1973 bis zum Sommersemester 1976 studierte ich in Tübingen Chemie, im Wintersemester 1976 nahm ich an der Universität München das Studium der Tiermedizin auf, das ich im März 1983 mit dem Staatsexamen abschloß. Die Approbation als Tierarzt erhielt ich im Mai 1983.

Zur Zeit arbeite ich als Assistent bei einem praktischen Tierarzt in Bietigheim-Bissingen.

HERSTELLUNG

profi

druck GmbH

